PAVCO

Manual Técnico

Tubosistemas PEAD para Conducción de Agua Potable

ACUAFLEX

AMANCO

ICONTEC

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION

MIEMBRO DE LA ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN - ISO

CALIDAD CERTIFICADA

ICONTEC

NTC 4585
SELLO DE CONFORMIDAD CON NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

Otorga a:

PAVCO DE OCCIDENTE LTDA.
Caloto – Cauca

A partir del día 25 de octubre de 2000, el derecho de uso del Sello ICONTEC de Conformidad con la Norma Técnica Colombiana.

NTC 4585 "Tubos de Polietileno para distribución de agua. Especificaciones. Serie métrica".

Este Sello está sujeto a que el producto cumpla permanentemente con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Colombiana, lo cual será verificado por ICONTEC.

Las referencias autorizadas para ostentar el Sello deben ser consultadas en la División de Certificación Producto de ICONTEC.

La vigencia del sello debe ser consultada en la División de Certificación Producto de ICONTEC

ORGANISMO DE ACREDITACIÓN

Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA
RES.2330 NOV. 1 DE 1994

FABIO TOBÓN LONDOÑO
Director Ejecutivo ICONTEC

Indice General

Presentación 5

Especificaciones del PEAD Acuaflex PAVCO 5

Propiedades y Características del PEAD Acuaflex PAVCO 6

Ventajas del PEAD de Alta Densidad Acuaflex PAVCO 7

Comportamiento del PEAD de Alta Densidad Acuaflex PAVCO en Presencia de Elementos Químicos 8

Condiciones de Diseño de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO 10

Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO 13

Accesorios PEAD Acuaflex PAVCO

Para Unión por Electrofusión 13

Para Unión por Termofusión 14

Para Unión Mecánica 15

Transporte y Almacenamiento de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO 16

Instalación de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO 16

Uniones por Termofusión, Electrofusión y Unión Mecánica para Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO 18

TERMOFUSION

Procedimiento General para Uniones a Tope por Termofusión 19

Barras para el Corte de Flujo 23

Procedimiento General para Uniones a Socket por Termofusión 24

Procedimiento General para Uniones con Silla por Termofusión 27

ELECTROFUSION

Instrucciones para Uniones por Electrofusión 30

Electrofusión a Socket 30

Electrofusión con Silla 33

UNION MECANICA

Procedimiento General para Uniones Mecánicas 34

Procedimiento para el Ensamble del Collar de Derivación con las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO 35

Puesta en Servicio 36

Tubosistemas para Acueductos en PEAD Acuaflex PAVCO

Presentación

Con tecnología de punta, como respuesta a las necesidades de suministro de agua potable, en las etapas de conducción, redes y conexiones domiciliarias, PAVCO le proporciona tubosistemas para acueducto en PEAD (Polietileno de Alta Densidad) con los mejores beneficios.

Este material garantiza la conservación de la calidad del agua para consumo humano ya que ha sido verificado de acuerdo a la ANSI/NSF 61:02 sin exceder los valores máximos de aluminio, antimonio, cobre, arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y plata que establece el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007.

Ventajas

1. **Mayores Caudales:**
   Coeficiente de fricción C=150 PE (Williams & Hazen)

2. **Más Fácil y Rápido de Instalar:**
   - Peso liviano.
   - Tuberías en tramos de 12 m. y en rollos de 50 ó 150 m.
   - Tuberías con presión de trabajo hasta 230 psi.
   - Tuberías de 16 mm. hasta 250 mm.

3. **Amigos del Medio Ambiente:**
   Uniones por termofusión o electrofusión totalmente monolíticas: impiden por tal motivo la contaminación del agua conducida.
   Además también impiden la erosión de los suelos y el hundimiento de vías, debido a exfiltraciones.

4. **Sismo-Resistentes:**
   Por su flexibilidad tienen un excelente comportamiento en zonas altamente sísmicas.

5. **Vida Util Mayor a 50 Años*:**
   Fabricadas con resinas químicamente resistentes a la acción agresiva de los suelos y aguas.
   Diseñadas para conducir fluídos a presión, a partir de un coeficiente de seguridad de diseño de 1,25 para las tuberías fabricadas con PE 100.
   * Esta información no es una garantía de producto dado que PAVCO no ejerce control sobre todos los aspectos que se presentan en la instalación y que afectan directamente el desempeño y la vida útil del producto.

6. **Fácil Mantenimiento:**
   - Inventario de Tuberías y Accesorios local.
   - Utilizando la tecnología del pinzado adecuadamente, evitan el cierre de válvulas.

7. **Más Económicas:**
   - Transportan un mayor volumen de agua que las tuberías convencionales.
   - Obras más rápidas de ejecutar.
   - Se minimiza el uso de accesorios.
   - Mayor vida útil.

Servicios

Igualmente PAVCO le brinda la más completa gama de servicios:

1. **Capacitación Dirigida a:**
   - Centros de Educación: Técnica y Universitaria.
   - Personal: Empresas de servicio, Ingeniería, Fontanería, Acciones comunales y Juntas administradoras.

2. **Asistencia Técnica Durante el Proceso de:**
   - Diseño.
   - Compra.
   - Ejecución de obra.
   - Operación.
   - Mantenimiento.

3. **Red Nacional de Servicios:**
   - Respuesta personalizada.
   - Atención inmediata.
   - Inventario de material local.

Especificaciones del PEAD Acuaflex PAVCO

Materia Prima

El polietileno es un polímero obtenido por la polimerización del etileno: $CH_2=CH_2$.

Polimerización es el proceso de unir “n” veces la molécula del etileno.

Es un polímero termostático del etileno producido a altas y bajas presiones y como resultado se obtienen familias de polímeros de alta y baja densidad, cada una de ellas con características diferentes de comportamiento y cualidades técnicas.

Son Tres las Características del Polietileno que Afectan las Propiedades Físicas:

1. Ramificación Molecular.

2. Peso Molecular que hace relación con el índice de fluidez.

3. Distribución de los pesos moleculares

Las Tuberías de Polietileno a utilizar para la conducción de agua potable, se clasifican según la densidad, así:

PE 40:
Polietilenos de baja densidad.

PE 80 y PE 100:
Polietilenos de alta densidad.

Producto Terminado

Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO son fabricadas con materias primas de primera calidad. El PE 100 que se usa para esta aplicación es un polietileno de alta densidad y es un polímero de tercera generación.

Dimensiones y Tolerancias:

Las especificaciones en cuanto a dimensiones y tolerancias se rigen por la Norma Técnica Colombiana 4585 en lo referente a:

1. Diámetro exterior.
2. Espesor de pared.
3. Variaciones o tolerancias del espesor de pared.

Resistencia Hidrostática de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO:

Las resistencias hidrostáticas serán las de la tabla de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana 4585.

Normatividad

PAVCO una vez más, establece las más altas características que convierten la línea PEAD Acuaflex PAVCO en un producto de excelente calidad, con un estricto cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana 4585 (Tubos de polietileno para la distribución de agua especificaciones). Serie Métrica, que es la homologación de la Norma ISO 4427.

Propiedades y Características del PEAD Acuaflex PAVCO

Materia Prima

CUADRO DE LOS METODOS DE ENSAYO

Características	Unidad	Valores			Metodo de Ensayo
		PE 40	PE 80	PE 100	
Densidad Compuesto	g/cm^3	0.926 - 0.940	0.945 - 0.960	0.945 - 0.965	ASTM D - 1505 y/o ISO 1183
Melt Index (5 kg.)	g/10 minutos	0.3 a 0.6	0.3 a 0.6	0.3 a 0.6	ASTM D - 1238 y/o ISO 1133
Contenido de Negro de Humo	%	2.0 - 2.5	2.0 - 2.5	2.0 - 2.5	ISO 6964
Dispersión del Negro de Humo y/o Azul		≤3	≤3	≤3	ISO 11420 (N. Humo) ISO 13949 (Azul)
Estabilidad Térmica	minutos	≥15	≥15	≥20	ISO 10837 (210ºC)
Designación (MRS)	Mpa	4 min.	8 min.	10 min.	ISO 9080 / ISO 12162

Producto Terminado

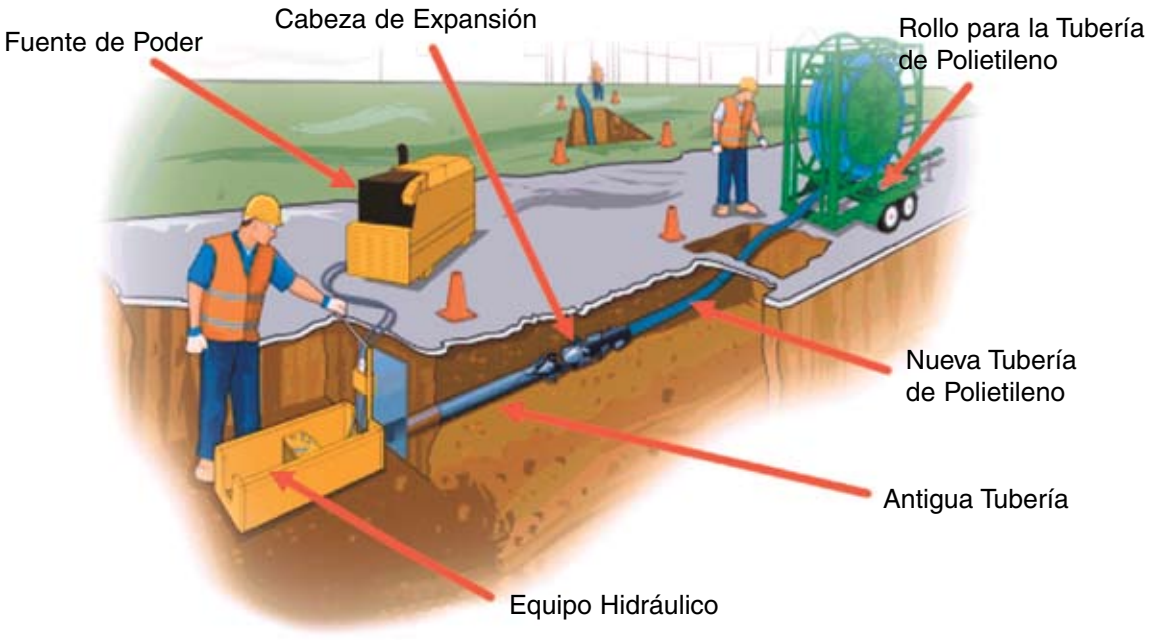
CUADRO DE LOS METODOS DE ENSAYO

Características	Metodo de Ensayo
Dimensiones y Tolerancias	Norma Técnica Colombiana 3358
Resistencia Hidrostática	Norma Técnica Colombiana 3578 (ISO 1167)
Reversión Longitudinal	Norma Técnica Colombiana 4451-1

Ventajas del PEAD de Alta Densidad Acuaflex PAVCO

Resistencia Química	Nuestros tubosistemas PEAD Acuaflex PAVCO pueden ser sometidos con excelentes resultados a la mayoría de agentes químicos y corrosivos hallados en la conducción de acueductos. Adicionalmente nuestras Tuberías no se corroen.
Resistencia a la Intemperie	Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO ofrecen un alto grado de protección contra la degradación causada por los rayos ultravioleta. Dentro del compuesto, está mezclado uniformemente un porcentaje ya normalizado de negro humo para este fin.
Peso Liviano	Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO son muy livianas, por tal motivo la ingeniería en la construcción de su obra se beneficia en el transporte, cargue y descargue como en la misma instalación.
Durabilidad	Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO se fabrican con resinas de primera calidad. Así le podemos garantizar un producto de larga vida útil.
Resistencia Mecánica	Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO cumplen con los requerimientos fisicomecánicos contemplados en la Norma Técnica Colombiana 4585.
Flexibilidad	Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO además de ser resistentes, ofrecen gran flexibilidad, que las hace aptas para el trabajo en obra. Adicionalmente, brindan facilidad y economía en la instalación minimizando el uso de accesorios. Por su flexibilidad se adaptan al terreno y facilitan los trazados abruptos.
Sistema de Unión	El Sistema PEAD Acuaflex PAVCO se fabrica para poder ser acoplado por termofusión, electrofusión o unión mecánica.
Propiedades del Flujo	Las superficies de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO son lisas y sin porosidades. Así se logran excelentes propiedades de flujo, lo cual previene incrustaciones prematuras de depósitos minerales que obstruyen el paso normal del agua.
Pérdidas Mínimas por Fricción	Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO tienen un bajo coeficiente de fricción, el cual permite llevar más caudal de agua en relación con otros materiales del mismo diámetro.
Resistencia a la Electrólisis	Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO no producen ninguna reacción electrolítica que corroa la tubería por algún efecto potencial eléctrico. Por tal motivo no requieren protección contra corrientes galvánicas.
Ausencia de Toxicidad y Olor	Las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO son inoloras, atóxicas e insípidas y por tal motivo el uso en la conducción de agua potable es aceptado mundialmente.

La combinación de estas características, especialmente su flexibilidad y sistema de unión por termofusión, permite el uso exitoso en instalaciones sin zanja aplicable especialmente para rehabilitación o sustitución de redes existentes e instalaciones nuevas en que las condiciones de la superficie no permite la excavación a cielo abierto o simplemente para minimizar el impacto urbano que las instalaciones convencionales causan.



Comportamiento del PEAD de Alta Densidad Acuaflex PAVCO en Presencia de Elementos Químicos

El comportamiento de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO en presencia de elementos químicos está dado en la siguiente tabla.
Esta información debe utilizarse SOLO COMO GUIA.
Abreviaciones: S: Satisfactorio / **L:** Posible aplicación limitada / **I:**Insatisfactorio **/ - - - -:** No probado
Concentración: Sat.sol.=Solución acuosa preparada a 20ºC (68ºF) / **Sol.=**Solución acuosa con concentración sobre 10% pero debajo del nivel de Saturación / **Dil.sol.=**Solución acuosa diluída concentración debajo del10% / **Cust.conc.=**Servicio concentración normal

MEDIO	CONCEN-TRACION	RESISTENCIA 20ºC(68ºF)	RESISTENCIA 60ºC (140ºF)
ACEITES Y GRASA	- - - -	S	L
ACETATO AMILICO	100%	S	L
ACETATO DE PLATA	Sat.sol.	S	S
ACETATO ETILICO	100%	S	I
ACETONA	100%	L	L
ACIDO ACETICO	100%	S	L
ACIDO ACETICO	10%	S	S
ACIDO ACETICO GLACIAL	96%	S	L
ACIDO ADIPICO	Sat.sol.	S	S
ACIDO ANHIDRIDO ACETICO	100%	S	L
ACIDO ARSENICO	Sat.sol.	S	S
ACIDO BENZOICO	Sat.sol.	S	S
ACIDO BORICO	Sat.sol.	S	S
ACIDO BUTIRICO	100%	S	L

MEDIO	CONCEN-TRACION	RESISTENCIA 20ºC(68ºF)	RESISTENCIA 60ºC (140ºF)
ACIDO CITRICO	Sat.sol	S	S
ACIDO CLOROACETICO	Sol.	S	S
ACIDO CRESILICO	Sat.sol.	L	- - - -
ACIDO CROMICO	20%	S	L
ACIDO CROMICO	50%	S	L
ACIDO FLUOROSILICO	40%	S	S
ACIDO FORMICO	50%	S	S
ACIDO FORMICO	98-100%	S	S
ACIDO HIDROBROMICO	50%	S	S
ACIDO HIDROBROMICO	100%	S	S
ACIDO HIDROCIANICO	10%	S	S
ACIDO HIDROCLORICO	10%	S	S
ACIDO HIDROCLORICO	35%	S	S
ACIDO HIDROFLUORICO	4%	S	S

MEDIO	CONCEN-TRACION	RESISTENCIA 20ºC(68ºF)	RESISTENCIA 60ºC (140ºF)
ACIDO HIDROFLUORICO	60%	S	L
ACIDO LACTICO	100%	S	S
ACIDO MALEICO	Sat.sol.	S	S
ACIDO NICOTINICO	Dil.sol.	S	- - - -
ACIDO NITRICO	25%	S	S
ACIDO NITRICO	50%	S	I
ACIDO NITRICO	75%	I	I
ACIDO NITRICO	100%	I	I
ACIDO OLEICO	100%	S	L
ACIDO ORTOFOSFORICO	50%	S	L
ACIDO ORTOFOSFORICO	95%	S	L
ACIDO OXALICO	Sat.sol.	S	S
ACIDO PICRICO	Sat.sol.	S	- - - -
ACIDO PROPIONICO	50%	S	S
ACIDO PROPIONICO	100%	S	L
ACIDO SALICILICO	Sat.sol.	S	S
ACIDO SULFURICO	10%	S	S
ACIDO SULFURICO	50%	S	S
ACIDO SULFURICO	98%	S	I
ACIDO SULFURICO	Fuming	I	I
ACIDO SULFUROSO	30%	S	S
ACIDO TANICO	Sol.	S	S
ACIDO TARTARICO	Sol.	S	S
AGUA	- - - -	S	S
ALCOHOL ALILICO	96%	S	S
ALCOHOL AMILICO	100%	S	L
ALUMINIO	Sol.	S	S
AMONIACO, ACUOSO	Dil.sol.	S	S
AMONIACO, GASEOSO SECO	100%	S	S
AMMONIA, LIQUIDA	100%	S	S
ANILINA	100%	S	L
ANTIMONIO TRICLORIDRICO	90%	S	S
AGUA REGIA	HCl-HN033/1	I	I
BENZALDEIDO	100%	S	L
BENZENO	- - - -	L	L
BENZOATO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
BICARBONATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
BICARBONATO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
BIFOSFATO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
BISULFATO DE POTASIO	Sol.	S	S
BISULFURO DE SODIO	Sol.	S	S
BORAX	Sat.sol.	S	S
BROMATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
BROMURO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
BROMURO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
BROMO, GASEOSO SECO	100%	I	I
BROMO, LIQUIDO	100%	I	I
BUTANO, GASEOSO	100%	S	S
1-BUTANOL	100%	S	S
CARBONATO DE BARIO	Sat.sol.	S	S
CARBONATO DE CALCIO	Sat.sol.	S	S
CARBONATO DE MAGNESIO	Sat.sol.	S	S
CARBONATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
CARBONATO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
CARBONATO DE ZINC	Sat.sol.	S	S
CERVEZA	- - - -	S	S
CIANURO DE PLATA	Sat.sol.	S	S
CIANURO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
CICLOHEXANOL	100%		S

MEDIO	CONCEN-TRACION	RESISTENCIA 20ºC(68ºF)	RESISTENCIA 60ºC (140ºF)
CICLOHEXANONA	100%	S	L
CLORATO DE CALCIO	Sat.sol.	S	S
CLORATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
CLORATO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE METILENO	100%	L	---
CLORHIDRIDO (II) DE ZINC	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO (IV) DE ZINC	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE BARIO	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE CALCIO	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE COBRE	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE MAGNESIO	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE MERCURIO	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE NIQUEL	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO DE TIONIL	100%	L	I
CLORHIDRIDO DE ZINC	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO FERRICO	Sat.sol.	S	S
CLORHIDRIDO FERROSO	Sat.sol.	S	S
CLOROFORMO	100%	I	I
CLORURO DE ALUMINIO	Sat.sol.	S	S
CLORURO DE AMONIO	Sat.sol.	S	S
CROMATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
CIANURO DE MERCURIO	Sat.sol.	S	S
CIANURO DE POTASIO	Sol.	S	S
CLORO, GASEOSO SECO	100%	L	I
CLORO, SOLUCION ACUOSA	Sat.sol.	L	I
DECAHIDRONAPTALENO	100%	S	L
DESARROLLADOR FOTOGRAFICO	Cust.conc.	S	S
DEXTRINA	Sol.	S	S
DICROMATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
DIOCLIPTALANO	100%	S	L
DIOXANO	100%	S	S
DIOXIDO CARBONICO, GASEOSO SECO	100%	S	S
DIOXIDO SULFURICO, SECO	100%	S	S
DISULFIDE DE CARBON	100%	L	I
ETANOL	40%	S	L
ETER DIETILICO	100%	L	- - - -
ETHANEDIOL	100%	S	S
FERROCIANURO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
FERRICIANIDE DE SODIO	Sat.sol.	S	S
FERROCIANIDE DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
FERROCIANIDE DE SODIO	Sat.sol.	S	S
FLUORIDRIDO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
FLUORINE, GASEOSO	100%	I	I
FLUORURO DE ALUMINIO	Sat.sol.	S	S
FLUORURO DE AMONIO	Sol.	S	S
FLUORURO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
FORMALDEIDO	40%	S	S
FURFURYL ALCOHOL	100%	S	L
GASOLINA	- - - -	S	L
GLICERINA	100%	S	S
GLICOL	Sol.	S	S
GLUCOSA	Sat.sol.	S	S
HEPTANO	100%	S	I
HIDROGENO	100%	S	S
HIDROXIDO DE BARIO	Sat.sol.	S	S
HIDROXIDO DE MAGNESIO	Sat.sol.	S	S

MEDIO	CONCEN-TRACION	RESISTENCIA 20ºC(68ºF)	RESISTENCIA 60ºC (140ºF)
HIDROXIDO DE POTASIO	10%	S	S
HIDROXIDO DE POTASIO	Sol.	S	S
HIDROXIDO DE SODIO	40%	S	S
HIDROXIDO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
HIPOCLORITO DE POTASIO	Sol.	S	L
HIPOCLORITO DE SODIO	15%	S	S
LEAD ACETATE	Sat.sol.	S	----
LECHE	----	S	S
MELAZA	----	S	S
MERCURIO	100%	S	S
METANOL	100%	S	S
MONOXIDO CARBONICO	100%	S	S
NITRATO DE AMONIO	Sat.sol.	S	S
NITRATO DE CALCIO	Sat.sol.	S	S
NITRATO DE COBRE	Sat.sol.	S	S
NITRATO DE MAGNESIO	Sat.sol.	S	S
NITRATO DE MERCURIO	Sol.	S	S
NITRATO DE NIQUEL	Sat.sol.	S	S
NITRATO DE PLATA	Sat.sol.	S	S
NITRATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
NITRATO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
NITRATO FERRICO	Sol.	S	S
NITRITO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
ORTOFOSFATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
ORTOFOSFATO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
OXIDO DE ZINC	Sat.sol.	S	S
OXIGENO	100%	S	L
OZONO	100%	L	I
PERCLORATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
PERMANGANATO DE POTASIO	20%	S	S
PEROXIDO DE HIDROGENO	30%	S	L
PEROXIDO DE HIDROGENO	90%	S	I
PERSULFATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
PETROLEO (KEROSENE)	----	S	L

MEDIO	CONCEN-TRACION	RESISTENCIA 20ºC(68ºF)	RESISTENCIA 60ºC (140ºF)
PHENOL	Sol.	S	S
PIRIDINE	100%	S	L
QUINOL (HIDROQUINONE)	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE ALUMINIO	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE AMONIO	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE BARIO	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE CALCIO	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE COBRE	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE NIQUEL	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE POTASIO	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE SODIO	Sat.sol.	S	S
SULFATO DE ZINC	Sat.sol.	S	S
SULFATO FERRICO	Sat.sol.	S	S
SULFATO FERROSO	Sat.sol.	S	S
SULFIDE DE BARIO	Sol.	S	S
SULFIDE DE CALCIO	Dil.sol.	L	L
SULFIDE DE HIDROGENO, GASEOSO	100%	S	S
SULFIDE DE SODIO	Sat.sol.	S	S
SULFITO DE AMONIO	Sol.	S	S
SULFITO DE POTASIO	Sol.	S	S
TETRACLORIDRIDO CARBONICO	100%	L	I
TOLUENO	100%	L	I
TROCLORIDO FOSFOROSO	100%	S	L
TRICLORIDRIDO DE ETILENO	100%	I	I
TRIETILAMINA	Sol.	S	L
TRIOXIDO SULFURICO	100%	I	I
UREA	Sol.	S	S
URINA	----	S	S
VINAGRE DE VINO	----	S	S
VINOS Y LICORES	----	S	S
XILENOS	100%	L	I
YEAST	Sol.	S	S

Condiciones de Diseño en las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO

Golpe de Ariete

Una columna de líquido moviéndose tiene inercia que es proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene rápidamente, por ejemplo al cerrar una válvula, la inercia se convierte en un incremento de presión. Entre más larga sea la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión.

Estas sobrepresiones pueden llegar a ser lo suficientemente grandes para reventar cualquier tipo de tubería. Este fenómeno se conoce con el nombre de Golpe de Ariete.

Las Principales Causas de éste Fenómeno son:

1. La apertura y el cierre rápido de una válvula.
2. El arranque y la parada de una bomba.
3. La acumulación y el movimiento de bolsas de aire dentro de las tuberías.

Al cerrar una válvula, la sobrepresión máxima que se puede esperar se calcula así:

$$P = \frac{aV}{g} \quad \text{con:} \quad a = \frac{1420}{\sqrt{1+(K/E)\,(RDE-2)}}$$

Donde:

P = Sobrepresión máxima en metros de columna de agua, al cerrar bruscamente la válvula

a = Velocidad de la onda (m/s)

V = Cambio de velocidad del agua (m/s)

g = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/s^2

K = Módulo de compresión del agua = 2.06 x 10^4 Kg/cm^2

E = Módulo de elasticidad de la tubería = 1.4 x 10^4 Kg/cm^2. Para polietileno

RDE = Relación diámetro exterior/espesor mínimo

Tabla de Equivalencias de Presión por Unidad de Area

Kg/Cm²	KPa	Psi Lb/in2	mm. Mercurio In. Hg	Pulg. Mercurio In. Hg	Pulg. Agua In. H2O	Atmósferas Atm	Milibares	Bares
1	98.06650	14.22334	735.561	28.0501	393.712	0.9678411	980.6650	0.980

Un efecto no muy conocido pero mucho más perjudicial para las tuberías es el aire atrapado en la línea.

El aire es compresible y si se transporta con el agua en una conducción, éste puede actuar como un resorte, comprimiéndose y expandiéndose aleatoriamente.

Se ha demostrado que estas compresiones repentinas pueden aumentar la presión en un punto, hasta 10 veces la presión de servicio.

Para disminuir este riesgo
se deben tomar las siguientes precauciones:

1. Mantener siempre la baja velocidad, especialmente en diámetros grandes.
   Durante el llenado de la Tubería, la velocidad no debe ser mayor de 0.3 m/seg. hasta que todo el aire salga y la presión llegue a su valor nominal.

2. Instalar ventosas de doble efecto, en los puntos altos, bajos y a lo largo de tramos rectos, muy largos, para purgar el aire, y permitir su entrada cuando se interrumpe el servicio.

3. Durante la operación de la línea, prevenir la entrada del aire en las bocatomas, rejillas, etc., de manera que el flujo de agua sea continuo.

CONVERSION DE TEMPERATURA ºC a ºF

Fórmula: **C = 5/9 (F-32)**
F = 9/5 C+32

Metodología según la Fórmula William & Hazen para Diseño Hidráulico a Presión

$$F = 0.2083 \left(\frac{100}{C}\right)^{1.85} \frac{Q^{1.85}}{D^{4.866}}$$

$$F = 0.0985 \frac{Q^{1.85}}{D^{4.866}}$$

F = Pérdida de presión Mt/100mt
Q = Flujo de gals por minuto.
D = Diámetro interior en pulgadas
C = Factor de fricción constante=150

NOTA IMPORTANTE: Los parámetros de diseño de un proyecto y obra son responsabilidad exclusiva del diseñador

Metodología Darcy-Weisbach

Para diseñar de acuerdo con la metodología de Darcy-Weisbach se utilizan las siguientes ecuaciones:

ECUACION DE DARCY-WEISBACH

$$h_f = f \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g}$$

ECUACION DE COLEBROO-WHITE

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\log^{10}\left[\frac{Ks}{3.7d} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right]$$

$$Re = \frac{V.d}{\nu}$$

h^f = Pérdida de cabeza a lo largo del tramo (m)
f = Factor de fricción de Darcy (Adimensional)
l = Longitud del tramo de tubería (m)
d = Diámetro interior de la tubería (m)
V = Velocidad media del flujo (m/s)
g. = Aceleración de la gravedad (m/s^2)
Ks = Rugosidad absoluta de la tubería (m).
Para PVC = $1.5*10^{-6}$m
Re = Número de Reynolds = V d/v (Adimensional)
ν = Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s)

Análisis experimental de la Rugosidad Absoluta Tubería PEAD Acuaflex

El estudio sobre el comportamiento hidráulico y la determinación del coeficiente de rugosidad en tuberías de acueducto, forma parte de diferentes temas de investigación que desarrolla el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA) de la Universidad de los Andes a través de la "Cátedra PAVCO" período 2001 – 2002, proyecto de investigación patrocinado por PAVCO desde hace 13 años.

El estudio consistió en la modelación de las pérdidas por fricción generadas por diferentes regímenes de flujo a partir de la disposición de un montaje realizado en el laboratorio de hidráulica de la Universidad de los Andes con la tubería PEAD Acuaflex PAVCO y la valoración de la información observada mediante un modelo matemático. A partir del montaje del modelo físico a escala real para simular las pérdidas de energía generadas bajo diferentes caudales, se obtienen datos

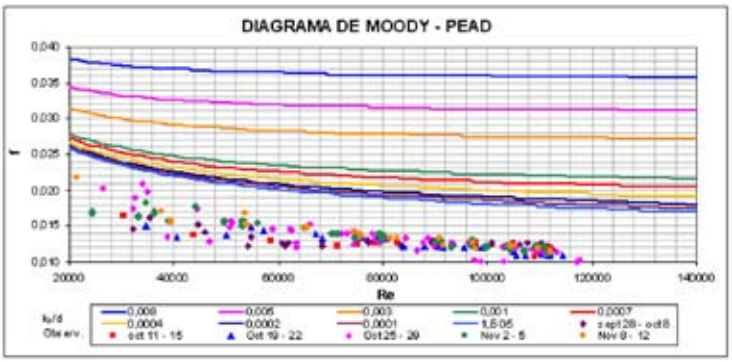
experimentales de la presión en diferentes tramos de la tubería. Los datos experimentales son valorados por un modelo matemático de análisis de flujo en tuberías con flujo a presión aplicando las ecuaciones de Bernoulli para las pérdidas por fricción, de Darcy-Weisbach para la valoración de los resultados, el entendimiento del Diagrama de Moody y de los diferentes tipos de flujo presentes en las tuberías con flujo a presión (flujos laminar, turbulento hidráulicamente liso, hidráulicamente rugoso y flujo transicional).

A partir de los resultados se obtienen curvas experimentales que son graficadas en el Diagrama de Moody en donde el principal objetivo es analizar el desempeño de la tubería PEAD Acuaflex bajo diferentes condiciones de caudal y establecer la rugosidad absoluta del material de la tubería.

Resultados

Luego de analizar el ensayo de laboratorio se logró establecer el caudal necesario para que la rugosidad teórica de la tubería PEAD Acuaflex (Ks de 0.007 mm) afecte las pérdidas por fricción que se generan, es decir el caudal necesario para que la subcapa laminar viscosa disminuya hasta que la rugosidad teórica supere el límite de 0.305δ, donde δ corresponde al espesor de la subcapa laminar viscosa.

Se encontró que para que se cumpla lo anterior la magnitud del caudal debe ser muy alta, correspondientes a velocidades que superan ampliamente las velocidades máximas permitidas por las empresas operadoras del servicio de agua potable, por lo que se puede asegurar que el régimen de flujo en las tuberías PEAD Acuaflex corresponderá a hidráulicamente liso y por lo tanto la rugosidad del material no va a afectar las pérdidas de energía que se generen. La principal conclusión del ensayo permite asegurar que las pérdidas de energía que se van a producir en una tubería PEAD Acuaflex son muy pequeñas en comparación con otros materiales y que además su rugosidad (ks) no va a afectar el régimen de flujo.



Viscosidad Cinemática del Agua

Temperatura	Viscosidad Cinemática
°C	cm²/sg
0	0,0176
10	0,0131
12	0,0124
20	0,0100
30	0,0080
40	0,0066
60	0,0048
80	0,0036
100	0,0030

Tomado de Tuberías, tomo 1 J.M. Mayol

Control de Calidad

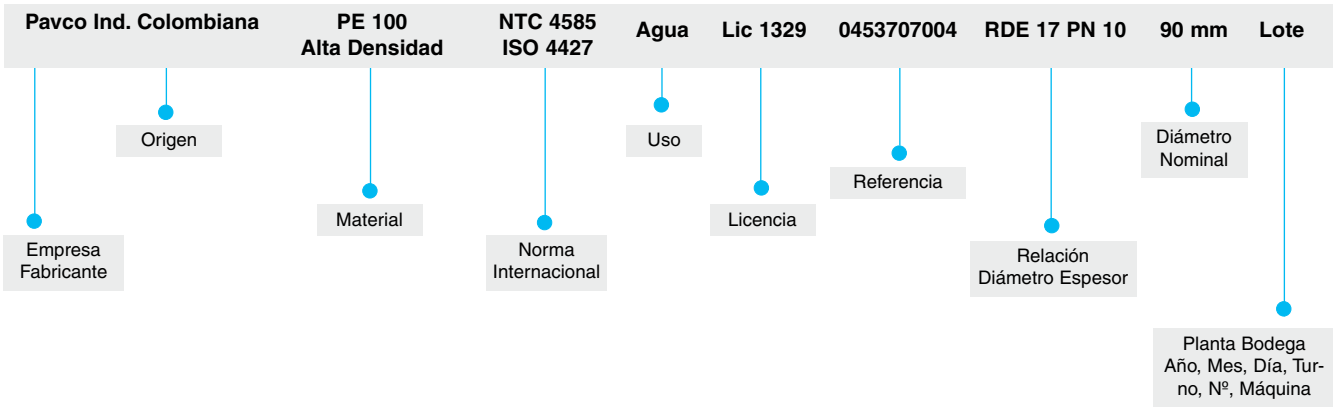
Contamos con el mejor equipo humano y técnico para lograr un estricto control de calidad garantizando un producto de inmejorables especificaciones.

1. EQUIPO PARA HACER PRUEBAS DE PRESION HIDROSTATICA

2. EQUIPO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD

3. EQUIPO PARA DETERMINAR EL INDICE DE FLUIDEZ

Marcación e Identificación de los Tubos



Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO

Tuberías

PE 100 / PN 10 PRESION NOMINAL (PN) DE TRABAJO A 23ºC : 10BAR - 145 PSI (RDE 17)

Diámetro Nominal mm.	Referencia	Diámetro Exterior Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación	Peso kg/m
63	12671	63	3,8	55.40	Rollo 100 m	0.74
90	12674	90	5,4	79.20	Rollo 100 m	1.49
110	12659	110	6,6	96.80	Rollo 50 m	2.20
160	12663	160	9,5	141.00	Tramo 6/12 m	4.65
200	12666	200	11,9	176.20	Tramo 6/12 m	7.27
250	12668	250	14.8	220.40	Tramo 6/10 m	11.44

PE 100 / PN 16 PRESION NOMINAL (PN) DE TRABAJO A23ºC : 16BAR - 230 PSI (RDE 11)

Diámetro Nominal mm.	Referencia	Diámetro Exterior Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación	Peso kg/m
63	12672	63	5,8	51.40	Rollo 100 m	1.09
90	12675	90	8,2	73.60	Rollo 100 m	2.17
110	12660	110	10,0	90.00	Rollo 50 m	3.21
160	12664	160	14,6	130.80	Tramo 6/12 m	6.81
200	26968	200	18.2	163.60	Tramo 6/12 m	11.13
250		250	22.7	204.60	Tramo 6/10 m	16.65

Acometidas Domiciliarias

PE 40 / PN 10 PRESION NOMINAL (PN) DE TRABAJO A 23ºC : 10 BAR - 145 PSI (RDE 7)

Diámetro Nominal mm.	Referencia	Diámetro Exteior RDE Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación
16	12661	16	2.3	11.40	Rollo 150mts.
20	12665	20	3.4	13.20	Rollo 150mts.
25	12667	25	4.2	16.60	Rollo 150mts.
32	12669	32	5.4	21.20	Rollo 150mts.

A solicitud del cliente
puede fabricarse de PE 100 / PN 12.5
de 63 a 250 mm

Tipos de Unión

A continuación los diferentes accesorios de acuerdo con el tipo de unión.

Fabricados de acuerdo a la Norma PE UNI 7612 +F.A. 1 Uniones en PE alta densidad para conducciones de fluídos a presión. Tipos, dimensiones y requisitos

Accesorios PEAD Acuaflex PAVCO

Para unión por Electrofusión

UNIONES

PE 100 / PN16

Referencia	Diámetro
12888	63
12889	90
12885	110
12886	160
12887	200

PE 80 / PN16

Referencia	Diámetro
12890	250

Para Unión por Termofusión

CODOS 45º

PE 100 / PN 16

Referencia	Diámetro
10776	63
10778	90
10767	110
10769	160
10773	250

PE 100 / PN 10

Referencia	Diámetro
10775	63
10777	90
10766	110
10768	160
10770	200
10772	250

CODOS 90º

PE 100 / PN 16

Referencia	Diámetro
10788	63
10790	90
10780	110
10782	160
10784	200
10786	250

PE 100 / PN 10

Referencia	Diámetro
10787	63
10789	90
10779	110
10781	160
10783	200
10785	250

REDUCCIONES

PE 100 / PN 16

Referencia	Diámetro
11547	110 x 63
11549	110 x 90
11553	160 x 90
11550	160 x 110
11555	200 x 160
11557	250 x 200

PE 100 / PN 10

Referencia	Diámetro
11563	90 x 63
11546	110 x 63
11548	110 x 90
11552	160 x 90
11551	160 x 110
11554	200 x 160
11556	250 x 200

TEES

PE 100 / PN 16

Referencia	Diámetro
12038	90
12023	110
12027	200

PE 100 / PN 10

Referencia	Diámetro
12034	63
12037	90
12022	110
12024	160
12026	200
12028	250
12106	110 x 90
12107	160 x 110
12109	200 x 160

PORTAFLANCHES

PE 100 / PN 16

Referencia	Diámetro
11515	160
11518	250

PE 100 / PN 10

Referencia	Diámetro
11520	63
11522	90
11512	110
11514	160
11516	200
11519	250

TAPONES

PE 100 / PN 16

Referencia	Diámetro
11847	63
11841	160
11838	110
11843	200
11845	250

PE 100 / PN 10

Referencia	Diámetro
11846	63
11848	90
11837	110
11840	160
11842	200
11844	250

SILLETAS
PE 100 / PN 10

Referencia	Diámetro
11707	90 x 16
11708	90 x 20
11703	110 X 16
11704	110 X 20
11705	160 X 20
11706	200 x 20

Para Unión Mecánica

UNIONES RAPIDAS

PN 16

Referencia	Diámetro
12981	16
12982	20
12983	25
12984	32
12985	63

PN 10

Referencia	Diámetro
12986	90
12980	110

CODOS RAPIDOS

PN 16

Referencia	Diámetro
10758	16
10759	20
10760	25
10761	32
10762	63

PN 10

Referencia	Diámetro
10763	90
10757	110

FLANCHES METALICOS UNIVERSALES

PN 16 / PN 10

Referencia	Diámetro
11122	63
11123	90
11118	110
11119	160
11120	200
11121	250

TEES RAPIDAS

PN 16

Referencia	Diámetro
12033	63

PN 10

Referencia	Diámetro
12036	90
12020	110

ADAPTADORES

Hembra
(Pulgadas rosca NPT)

PN 16

Referencia	Diámetro
10083	20mm x 1/2”
10084	63mm x 1.1/2”

Macho
(Pulgadas rosca NPT)

PN 16

Referencia	Diámetro
10154	16mm x 1/2”
10155	20mm x 1/2”
10156	20mm x 3/4”
10157	25mm x 1/2”
10158	25mm x 3/4”
10160	32mm x 1”
10161	63mm x 2”

PN 10

Referencia	Diámetro
10162	90mm x 3”

COLLARES DE DERIVACION TORNILLO METALICO

PN 10
(Pulgadas rosca NPT)

Referencia	Diámetro
SENCILLO	
11006	63mm x 1/2”
11007	63mm x 3/4”
11005	63mm x 1”
11009	90mm x 1/2”
11011	90mm x 3/4”
11008	90mm x 1”
10994	110mm x 1/2”
10997	110mm x 3/4”
10992	110mm x 1”
10993	110mm x 1.1/2”
10996	110mm x 2”
11001	160mm x 1/2”
11004	160mm x 3/4’
10999	160mm x 1”
11000	160mm x 1.1/2”
11003	160mm x 2”
DOBLE	
11010	90mm x 1/2” X 1/2”
11012	90mm x 3/4” x 3/4”
11002	160mm x 1/2” x 1/2”

Transporte y Almacenamiento de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO

Transporte

1. Al seleccionar el transporte, verifique que la superficie sobre la que va a quedar apoyada la Tubería sea lisa y libre de elementos que puedan causar abrasión o rayaduras a la Tubería (Evite: superficies rugosas, puntillas, latas, etc.).

2. Durante el cargue y descargue de los tubos, no los arroje al piso ni los golpee.

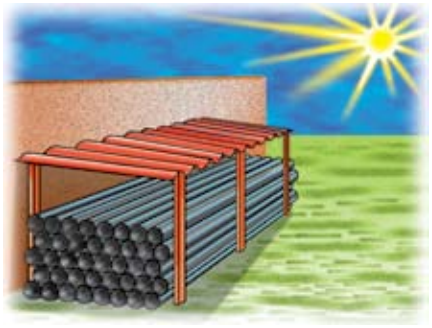
3. Verifique que tanto las Tuberías como los Accesorios no queden muy cerca al exosto del vehículo, así como de otras posibles fuentes de calor que puedan dañarlos.

4. Por ningún motivo permita que se adicione otro tipo de carga sobre las Tuberías y Accesorios.

5. Si una Tubería o accesorio, en cualquier etapa del transporte, manipulación o almacenamiento, presentare deterioro o marca con una profundidad superior al 10% del espesor de pared, deberá desecharse el tramo dañado o la pieza, según sea el caso.

6. Las Tuberías en rollos zunchadas podrán transportarse en forma horizontal. Se emplearán plataformas transportables (pallets).

Almacenamiento



1. Almacene la Tubería en una superficie nivelada y en posición horizontal.

2. La altura máxima para apilar Tuberías sobre tierra nivelada a piso duro es de 1.20 m.

3. La Tubería en rollos, deberá almacenarse zunchada y permanecer así hasta su utilización.

4. La Tubería en rollos deberá almacenarse acostada y a una altura máxima de 1.50 m. para evitar ovalación por causa de sobrepeso.

Instalación de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO

Introducción

- El éxito de una instalación adecuada es lograr un soporte estable y permanente de la Tubería.
- Los materiales de relleno deben ser estables y compatibles en la zanja.
- La Tubería debe ser instalada en una zanja seca.

Excavación y Tendido

1. El fondo de la zanja no debe tener objetos duros como rocas o cualquier otro elemento que entalle la Tubería.

2. Cuando el fondo de la zanja está conformado por rocas o elementos que puedan dañar la Tubería, es necesario rellenar el fondo con arena o suelos finos compactados (5 cms).

3. La zanja debe ser lo más angosta posible dentro de los límites practicables y que permita el trabajo dentro de ella si es necesario. (Ver gráfico A).

   Nota:
   Si la Tubería puede ser soldada fuera de la zanja se puede reducir el ancho de la zanja y disminuir el volumen de excavación.

Diámetro de la Tubería mm.	Ancho de la Zanja cms.
63	35
90	35
110	40
160	40
200	50

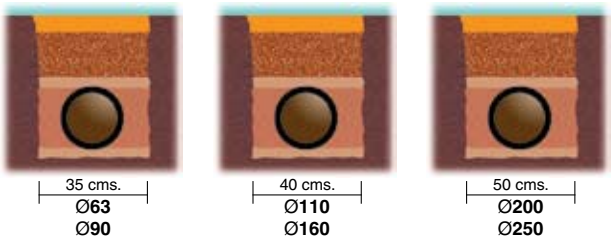
4. La Tubería PEAD Acuaflex PAVCO, se debe instalar a una profundidad mínima de 80 y 90cms. en general para diámetros hasta 200mm., y a un (1) metro si son pasos de alto tráfico.

5. No se debe desenrollar la Tubería en forma de espiral. Adicionalmente se debe instalar en forma serpenteada para facilitar los movimientos de tierra, o por contracciones y dilataciones del material.

6. La flexibilidad de las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO permite curvaturas al encontrarse obstáculos menores facilitando y economizando la instalación.

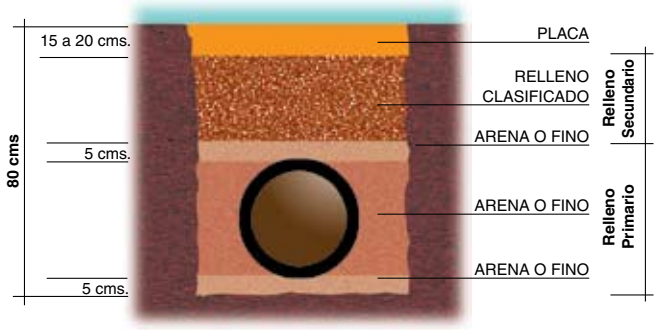
   El radio de curvatura a una temperatura ambiental de 20ºC deberá ser aproximadamente de 20 a 25 veces el diámetro nominal de la Tubería. Si existe algún accesorio en este sector,el radio de curvatura deberá ser de 120 a 125 veces el diámetro nominal de la Tubería.

GRAFICO A
Zanja Según Diámetro de Tubería



7. El relleno se debe comenzar inmediatamente después de la colocación y pruebas de presión de la Tubería PEAD Acuaflex PAVCO con el fin de protegerla.

GRAFICO B
Profundidad de Zanja



El material de relleno inicial "relleno primario" debe ser fino de la misma zanja o arena fina (Ver gráfico B), el cual contribuye de una manera importante al soporte de la Tubería. De la clave del tubo hacia arriba debe quedar como mínimo 5cms. de fino de la misma excavación o arena fina bien compactada. Paso seguido puede ir relleno clasificado del material nativo "relleno secundario". Debe tomarse la precaución necesaria para asegurar la estabilidad a largo plazo del sistema de relleno.

Nota: Cuando existan condiciones de inestabilidad en la zanja, o cuando haya posibilidad de movimientos de tierra, o niveles de agua altos, serán necesarios procedimientos especiales para lograr una adecuada instalación.

8. La cinta de señalización que va en forma contínua a 30 cms. de la clave superior del tubo se usa para advertir la presencia de la Tubería en posteriores excavaciones. Tiene un ancho de 12 cms. y debe quedar centrada con respecto al eje longitudinal de la zanja. (Ver gráfico C).

GRAFICO C
Cinta de Señalización

9. Por último, va la placa de cemento, el pavimento u otro acabado, quedando recuperado en su totalidad el sitio donde se hizo la instalación.

NOTA: Cuando hay agua sobre el fondo de la zanja debe evacuarse para mantener la zanja seca hasta que la Tubería sea instalada y rellenada al menos un diámetro sobre la clave de la Tubería para evitar flotación.

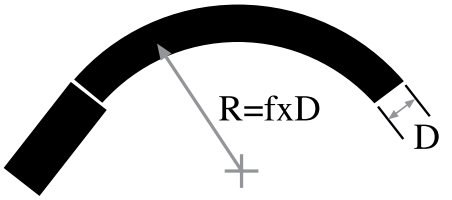
Condiciones Extremas para el Material

- El PE es un material termoplástico que puede ser fundido aplicando calor, de tal forma que nunca debe instalarse, almacenarse o someterse a una fuente de calor que pueda deformarlo. La temperatura máxima a que puede transportar agua es de 60°C.
- No aplique solventes ni someta la tubería a contacto con estos.
- No someta la tubería a contacto directo con elementos punzantes, tales como herramientas metálicas o piedras angulosas mayores a 3/4".
- Consulte con nosotros condiciones especiales no cubiertas por este manual en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

Curvas en Frío con Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO

Con un factor de seguridad de 2, los radios de curvatura mínimos recomendados son:

PN	f
10	25
16	15
12.5	21



Uniones por Termofusión, Electrofusión y Unión Mecánica para Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO

Existen tres métodos para unir Tuberías de PEAD, estos son:

Termofusión

Se utiliza una plancha calentadora para producir la plastificación del material, luego se retira dicha herramienta y se unen los extremos aplicando una presión adecuada al tipo de unión que estemos realizando.

Los Parámetro Básicos son:

- Temperatura de la plancha calentadora
- Tiempo de calentamiento
- Presión (de calentamiento y unión).

Electrofusión

Siempre se realiza con un accesorio, que tiene incorporada una resistencia. Este accesorio se conecta mediante dos bornes a una máquina que le suministra una tensión, que da origen a la circulación de corriente eléctrica a través de la resistencia.

La temperatura que genera la resistencia plastifica tanto el tubo como el accesorio.
El parámetro básico es el tiempo de conexión del accesorio a la máquina de electrofusión.
La presión necesaria para la unión viene dada por la interferencia que se produce al plastificarse el tubo y el accesorio.

Unión Mecánica

Se realiza por medio de uniones plásticas. Estos accesorios son fáciles de montar y desmontar por el sistema de acople a las Tuberías. Estos accesorios facilitan las transiciones a otros materiales y algunos de ellos permiten trabajar la unión a tracción u otros, que por medio de la compresión de la junta elástica logran la estanqueidad del sistema.

TERMOFUSION

Condiciones Básicas a Tener en Cuenta

1. Disponer en el lugar de trabajo de todas las herramientas y equipos adecuados para la termofusión.

2. Se debe verificar que los elementos utilizados para realizar uniones por termofusión pertenezcan a un mismo sistema.

3. Asegurarse que todas las superficies a unir estén limpias y secas.

4. Tener en condiciones óptimas de uso las herramientas necesarias, siguiendo las recomendaciones del proveedor del sistema.

5. Asegurarse que la temperatura de la plancha calentadora sea la adecuada y compare con el termómetro de contacto, el funcionamiento del sistema de medición de temperatura de las superficies calentadoras.

6. Aplicar los tiempos de calentamiento y presiones adecuadas para el tipo de unión.

No se deberá:

a). Tocar o soplar las superficies que hayan sido limpiadas y preparadas para la unión.

b). Recalentar la Tubería y/o el Accesorio, después de haber intentado una unión adecuada.

c). Utilizar elementos metálicos para limpiar las caras de calentamiento, como navajas o cepillos de alambre; se recomiendan espátulas no metálicas.

Procedimiento General para Uniones a Tope por Termofusión

Es la unión entre tubos o entre tubo y accesorio enfrentados con extremos de igual diámetro y PN

Equipo Necesario

Carro alineador manual o hidráulico, plancha calentadora, caras de calentamiento, refrentadora, trapo (No sintético), cronómetro o reloj y alcohol.

EQUIPO PIPE FUSE 250

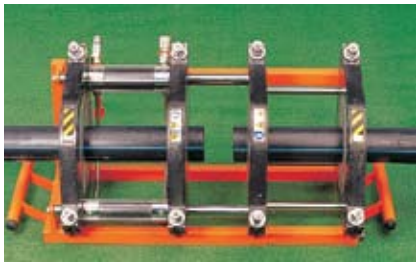
Preparación

PRECAUCIONES:
Antes de iniciar la fusión revise

- Que las condiciones climáticas sean la adecuadas, disponga de una carpa de protección contra la lluvia o el sol.
- Que el equipo esté completo y funcione (incluyendo planta eléctrica).
- Que la placa calentadora esté limpia, sin residuos de fusiones anteriores, ni rayones.
- Que las tuberías y/o accesorios sean del mismo diámetro y PN.
- Que la temperatura de la placa sea la correcta.

Revise que el carro alineador manual o hidráulico, la plancha de calentamiento y la refrentadora funcionen adecuadamente.

1. Coloque los extremos de los tubos en el carro alineador dejando que sobresalga 3 cms. aproximadamente de las abrazaderas internas del carro alineador para que entre la refrentadora.

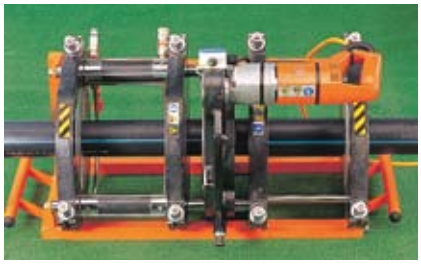


2. Determine la presión de arrastre (presión necesaria para acercar un extremo del tubo al otro).

3. Inserte la refrentadora entre los tubos y préndala, empleando el dispositivo de cierre. Aproxime los tubos a las cuchillas y maquine los extremos de las Tuberías, hasta lograr una viruta que no exceda los 0.2 mm. de espesor.

   Cuando la Viruta sea contínua en ambos lados deje de aplicar paulatinamente la presión y luego separe los tubos. Extraiga la máquina y limpie con un trapo limpio y seco las cuchillas y los extremos de los tubos de las virutas residuales. Deben obtenerse superficies planas y lisas.

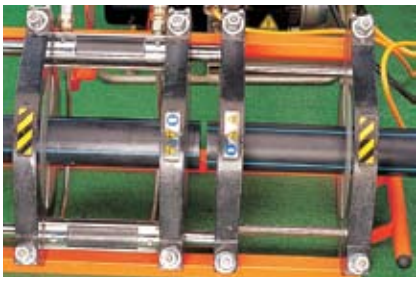
   No toque los extremos de los tubos si no lo hace con un trapo limpio.



4. Verifique que los extremos hayan quedado completamente planos, alineados y paralelos.

Con las caras en contacto verifique el alineamiento de los tubos a unir. Se permite una desalineación máxima del 10% del espesor del tubo. (Falta de paralelismo entre las caras).

En el caso de Tubería en rollos, puede ser necesario rotar la Tubería para lograr alineación.
Si es así repita los pasos (1 a 3).



Operación

1. Revise que la plancha de calentamiento esté limpia y libre de daños.La temperatura debe estar en (220°C± 10°C).

2. Limpie los extremos de los tubos con un trapo no sintético y alcohol.

3. Determine la presión de precalentamiento teniendo en cuenta la presión de arrastre. Presión de precalentamiento = Presión de arratre + Presión (P_1), según Tabla #1

4. Tapone los extremos que no está soldando.Posicione la plancha de calentamiento y junte los extremos de los tubos aplicando la presión determinada antes.

5. Mantenga la presión hasta que la Tubería se derrita uniformemente formando un reborde o cordón en el extremo con la altura que aparece en la Tabla #1 y mueva inmediatamente las válvulas de control a posición neutral para eliminar la presión de la Tubería contra la plancha de calentamiento.

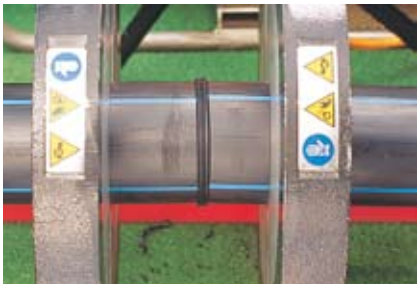
6. Mantenga los extremos de los tubos en contacto con la plancha de calentamiento durante el tiempo de calentamiento (T2). Ver Tabla #1

NOTA: Si la presión de la Tubería contra la plancha calentadora se mantuviera durante el tiempo de calentamiento, el material fundido escurrirá de ambos extremos, causando concavidad en los extremos de las Tuberías calentadas. Esto produciría a su vez una unión débil.

7. Cumplido el tiempo de calentamiento (T2) retire la plancha calentadora y una los extremos de la Tubería rápidamente (máximo 10 seg.).
Tenga precaución de no golpear el material fundido con la plancha calentadora al momento de sacarla. Aplique la presión de soldadura (= presión de precalentamiento) determinada en punto 2.

8. Mantenga esta presión durante el tiempo de enfriamiento mínimo (T5) según Tabla #1.

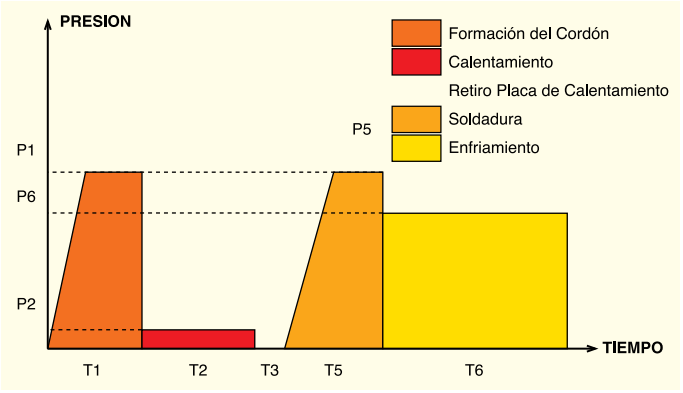
NOTA: No se deben usar presiones en exceso del rango indicado para cada diámetro. La presión excesiva sacará demasiado polietileno fundido, dando como resultado una unión débil. La presión aplicada hará que el material fundido forme un cordón hacia atrás sobre la tubería. Un cordón pequeño indicará visualmente una unión defectuosa.



9. Permita que la unión se enfríe el tiempo (T6) Tabla #1, antes de retirarla de la máquina.

NOTA: A mayor PN, mayor tiempo de enfriamiento.

10. Retire los tramos unidos de Tubería de la máquina de termofusión. Deje enfriar mínimo 20 minutos la unión después de retirarla de la máquina, antes de aplicarle esfuerzos de doblado o prueba de presión.



CICLO GENERICO DE UNION A TOPE CON TUBERIAS Y ACCESORIOS PEAD ACUAFLEX PAVCO

TABLA #1

EQUIPO SAURON PIPE FUSE 250

PE100			Precalentamiento		Calentamiento		Retiro Placa Calentamiento	Soldadura		Enfriamiento	
Diámetro Nominal	Presión Nominal PN	Espesor de Pared e	P1	Altura del Cordón	P2	T2	T3 max	P5	T5	P6	T6
mm	bar	mm	bar	mm	bar	s	s	bar	s	bar	min
63	10	3.8	1.7	0.5	0.20	36	5	1.7	5	0	6
	12.5	4.7	2.1	0.7	0.30	45	5	2.1	5	0	6
	16	5.8	2.7	1.0	0.40	58	5	2.7	5	0	6 - 10
90	10	5.4	3.5	1.0	0.50	51	6	3.5	6	0	6 - 10
	12.5	6.7	5.0	1.0	0.50	64	6	5.0	6	0	6 - 10
	16	8.2	5.4	1.5	0.70	82	7	5.4	7	0	10 - 16
110	10	6.6	5.2	1.0	0.70	63	6	5.2	6	0	6 - 10
	12.5	8.1	7.0	1.0	0.70	78	6	7.0	6	0	10 - 16
	16	10.0	8.0	1.5	1.10	100	7	8.0	7	0	10 - 16
160	10	9.5	11.0	1.5	1.50	91	7	11.0	7	0	10 - 16
	12.5	11.8	16.0	1.5	1.60	114	8	16.0	8	0	10 - 16
	16	14.6	17.0	2.0	2.30	146	8	17.0	8	0	16 - 24
200	10	11.9	17.2	1.5	2.30	114	8	17.2	8	0	10 - 16
	12.5	14.7	25.0	1.5	2.50	142	9	25.0	9	0	16 - 24
	16	18.2	26.5	2.0	3.50	182	9	26.5	9	0	16 - 24
250	10	14.8	26.8	2.0	3.60	142	10	26.8	10	0	16 - 24
	12.5	18.4	38.0	2.0	3.80	178	10	38.0	10	0	16 - 24
	16	22.7	41.5	2.5	5.50	228	11	41.5	11	0	24 - 32
			NOTA 1					NOTA 1		NOTA 1	

NOTAS: 1. Recuerde que se le debe sumar la presión de arrastre.
2. Estos parámetros son válidos únicamente para el equipo PIPE FUSE 250.
3. Para el equipo PIPE FUSE 250 requiere 3300W, 230V alterno, 50/60 Hz mono fásico.

TABLA #1

EQUIPO RITMO 250

PE100			Precalentamiento		Calentamiento		Retiro Placa Calentamiento	Soldadura		Enfriamiento	
Diámetro Nominal	Presión Nominal PN	Espesor de Pared e	P1	Altura del Cordón	P2	T2	T3 max	P5	T5	P6	T6
mm	bar	mm	bar	mm	bar	s	s	bar	s	bar	min
90	10	5.4	4.0	1.0	0.40	51	5	4.0	5	0	7
	12.5	6.7	5.0	1.0	0.50	64	5	5.0	5	0	9
	16	8.2	6.0	1.5	0.60	82	6	6.0	6	0	11
110	10	6.6	6.0	1.0	0.60	63	6	6.0	6	0	9
	12.5	8.1	7.0	1.0	0.70	78	6	7.0	6	0	11
	16	10.0	9.0	1.5	0.90	100	7	9.0	7	0	14
160	10	9.5	13.0	1.5	1.30	91	7	13.0	7	0	13
	12.5	11.8	16.0	1.5	1.60	114	8	16.0	8	0	16
	16	14.6	20.0	2.0	2.00	146	9	20.0	9	0	19
200	10	11.9	20.0	1.5	2.00	114	8	20.0	8	0	15
	12.5	14.7	25.0	1.5	2.50	142	9	25.0	9	0	18
	16	18.2	31.0	2.0	3.10	182	10	31.0	11	0	23
250	10	14.8	31.0	2.0	3.10	142	9	31.0	9	0	19
	12.5	18.4	38.0	2.0	3.80	178	10	38.0	11	0	23
	16	22.7	48.0	2.5	4.80	228	11	48.0	13	0	28
			NOTA 1					NOTA 1		NOTA 1	

NOTAS: 1. Recuerde que se le debe sumar la presión de arrastre.
2. Estos parámetros son válidos únicamente para el equipo RITMO 250

Ensayos en Obra para Uniones a Tope por Termofusión (Calificación)

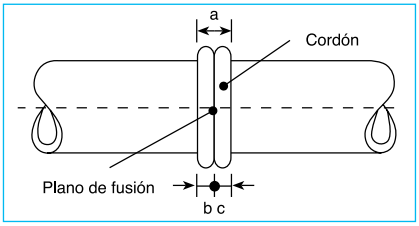
Una inspección visual no garantiza la calidad de la unión, por lo que se podrá recurrir a un ensayo destructivo si:

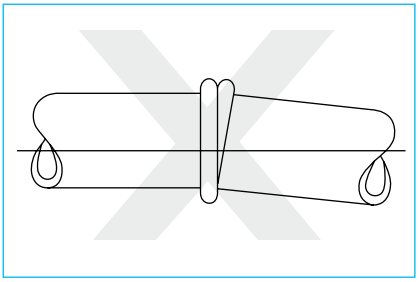
a). La unión no satisface el exámen visual exterior.

b). Se ha detectado aplicación incorrecta o incumplimiento de los parámetros en cuanto a los valores de tiempos, presiones y temperaturas o ante variaciones climáticas.

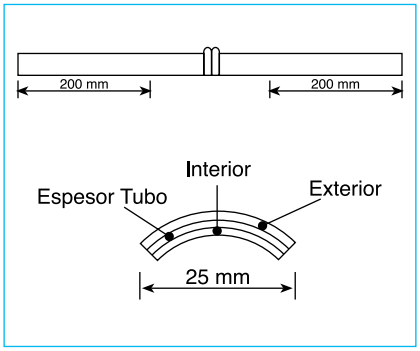
Exámen Visual

1. El perímetro del cordón deberá presentar una distribución uniforme en ambos lados del plano de la unión, sin porosidades, fisuras u otras deficiencias.
2. Los tubos deben estar correctamente alineados.



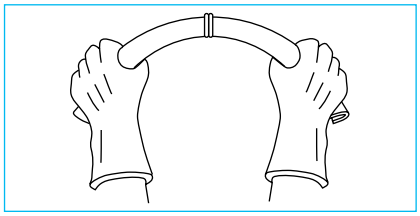


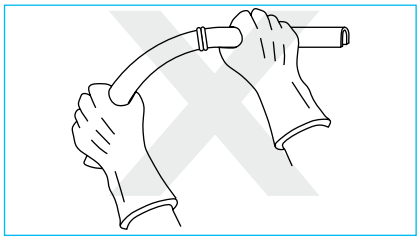
Ensayo Destructivo en Obra
Tamaño de la probeta



Doblado
Para realizar el doblado tome la probeta de los extremos, ejerciendo la misma presión con las dos manos.

ANTES O DESPUES DEL ENSAYO NO DEBEN APARECER FISURAS, POROS NI CAVIDADES EN LA UNION, NI EN EL CORDON INTERIOR, NI EN EL EXTERIOR





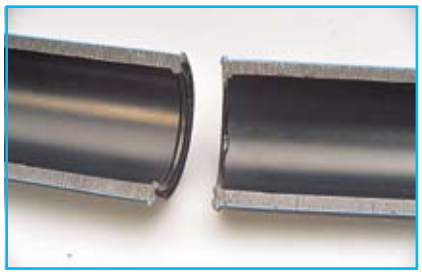
UNIONES A TOPE
M a l R e a l i z a d a s

MAL ALINEADA

CON RANURAS O VACIOS ENTRE TUBOS

FUNDIDO A BAJA PRESION REBORDE INCOMPLETO

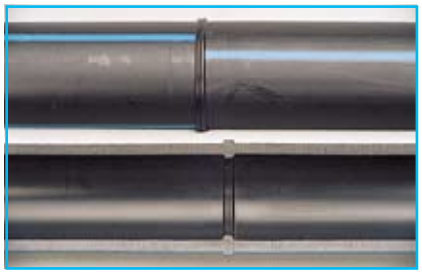
DEMASIADA PRESION Y TEMPERATURA REBORDE MUY GRUESO



FUNDIDO CASI FRIO POCO TIEMPO Y POCA TEMPERATURA

UNIONES A TOPE
Bien Realizadas

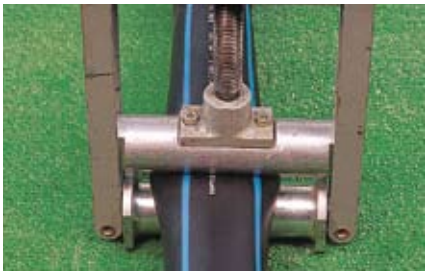
TUBO COMPLETO CON UNION OPTIMA



TUBO PARTIDO EN DOS CON UNION OPTIMA

Barras para el Corte de Flujo

- Su forma normalmente es circular con bordes redondos o dos barras circulares.
- Se utiliza para cerrar el flujo de agua a través de la Tubería ya sea para reparar un tramo de Tubería o para hacer una acometida domiciliaria.
- Esta herramienta se encuentra normalmente con cierre mecánico para Tuberías hasta de 110 mm. de diámetro e hidráulico para diámetros mayores.
- Normalmente las barras para el corte de flujo tienen un tope para indicar según el diámetro, el aplastamiento de la Tubería.



Procedimiento

1. Cuando se va a colocar un accesorio, la herramienta de aplastamiento se debe colocar a una distancia aproximada de 3 a 4 veces el diámetro nominal.

La herramienta de aplastamiento se coloca en medio del tubo y se inicia la operación de cerrado lentamente para permitir el acomodamiento de los esfuerzos en la Tubería.

2. Se lleva hasta el tope indicado en la herramienta según sea el diámetro.

NOTA: Es muy importante que se tenga cuidado en este paso pues si se llega a colocar otro diámetro diferente, se puede estrangular la Tubería y perder sus propiedades originales.

3. Se retira la herramienta desenganchándola de la Tubería, para dar paso al flujo de agua.

4. En el sitio donde se haga un aplastamiento o cierre de flujo, no se puede volver a repetir, por tal motivo se aconseja colocar una cinta de color rojo preferiblemente para indicar que allí ya se realizó un aplastamiento.

NOTA: La Tubería lentamente puede recuperar su estado normal o puede ayudarse mecánicamente sin perder ninguna propiedad.

Procedimiento General para Uniones a Socket por Termofusión

Realizada entre un accesorio con extremo hembra y un tubo.
La Tubería y Accesorios de tamaños menores de 63 mm. se unen rápido manualmente.

Equipo Necesario

Plancha calentadora, caras de calentamiento, suplementos para tubo y accesorio, anillo frío, calibrador de profundidad, cortadora de tubos, trapo (no sintético), termómetro de contacto, cronómetro o reloj, pinzas de estrangulación, cinta roja y alcohol.

Preparación

1. Corte el extremo del tubo a escuadra y limpie con un trapo limpio. Puede hacerse con la cortadora de tubo o una segueta, cuidando de obtener un corte a escuadra y limpio.

2. Realice un bisel al tubo de donde remueva por lo menos 1.5 mm del extremo del tubo.

Quite la rebaba del tubo y verifique que esté limpio y libre de sustancias extrañas.

3. Limpie el tubo y el accesorio a unir con un trapo no sintético y alcohol etílico > 99%.

4. La plancha calentadora y las caras macho y hembra deben estar libres de toda suciedad y a temperatura de 210ºC ± 10ºC

5. Para lograr la profundidad de inserción adecuada del tubo dentro del accesorio utilice el anillo frío que debe ir alineado con el extremo del tubo y el calibrador de profundidad que nos determina el límite a plastificar.

Operación

1. Ubique la plancha calentadora con las caras hembra y macho entre el tubo y el accesorio a unir y aplique una presión firme, hasta que el tubo y el accesorio entren totalmente en la herramienta calentadora. En este momento se inicia el ciclo de calentamiento. (Tabla #2).

2. Una vez finalizado el ciclo de calentamiento separe el tubo y el accesorio de las caras de calentamiento con un movimiento rápido, extraiga la plancha y comience la unión del accesorio y el tubo (esta operación debe hacerse como máximo en 5 segundos).

NOTA: Se debe observar rápidamente la superficie del tubo externamente y la del accesorio internamente para revisar que hayan quedado 100% fundidas sin ningún punto frío. Si el fundido no quedó completo deseche el tramo de Tubería fundida y el accesorio, e inicie nuevamente el proceso.

3. Empuje firmemente el accesorio alineado contra el extremo del tubo hasta que haga contacto total con el anillo frío. No se debe girar el tubo ni el accesorio. Mantenga la presión constante en su lugar hasta completar el tiempo de enfriamiento según lo especificado en la Tabla #2.

4. Después de esperar el tiempo del enfriamiento, quite el anillo frío e inspeccione la unión. Una buena unión tendrá un anillo achatado y uniforme de material fundido sin vacíos entre el tubo y el accesorio.
Espere entre 10 y 30 minutos adicionales según el diámetro después de realizada la unión, antes de hacer pruebas de hermeticidad a la junta o que sufra esfuerzos al enterrarse.

Tiempos Unión a Socket (Tabla #2)

Ciclos de Tiempo	Diámetro (Milímetros)	Tiempo de Calentamiento (Seg.)	Tiempo de Enfriamiento (Seg.)	Tiempo Adicional para Realizar Pruebas de Presión (Min.)
Temperatura de Fusión (210ºC ± 10ºC)	20	8 - 9	30	10
	25	9 - 12	30	15
	32	13 - 15	30	15

Ensayos en Obra para Uniones a Socket (Calificación)

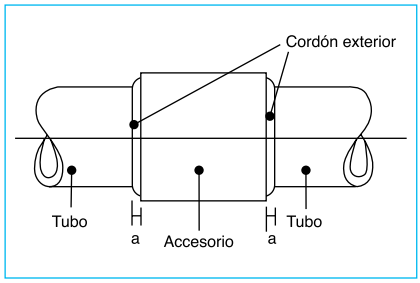
Exámen Visual

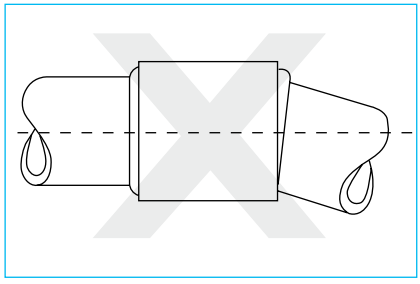
1. Cordón exterior contínuo comprimido contra la pared de la boca del accesorio.

2. Tubos y accesorios alineados.

3. Correcta penetración del tubo en el accesorio.

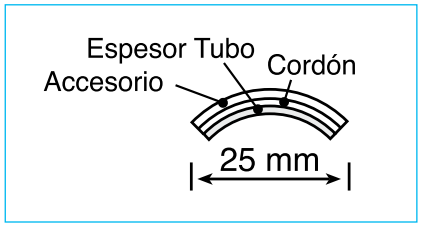
4. Cordón interno uniforme.

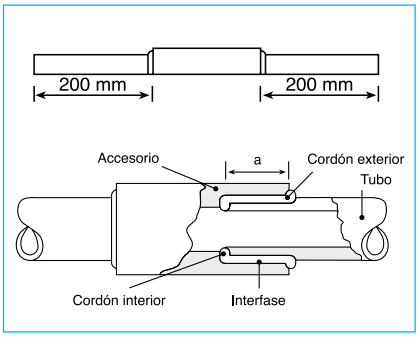




Ensayo Destructivo en Obra

Tamaño de la probeta

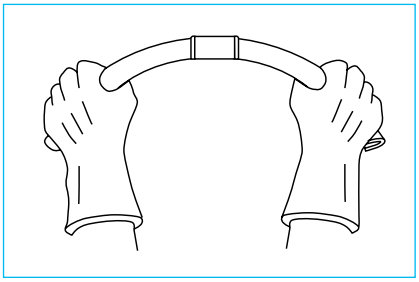


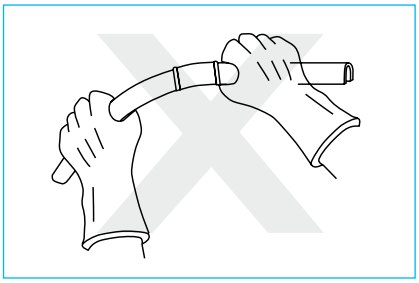


Doblado

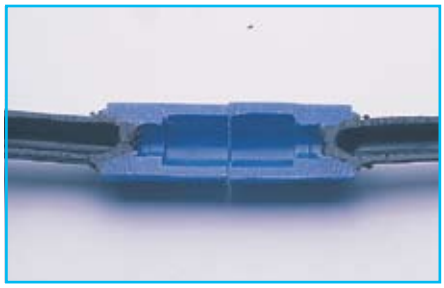
Para realizar el doblado tome la probeta de los extremos, ejerciendo la misma presión con las dos manos.

ANTES O DESPUES DEL ENSAYO NO DEBEN APARECER FISURAS, POROS NI CAVIDADES EN LA UNION, NI EN EL CORDON INTERIOR, NI EN EL EXTERIOR



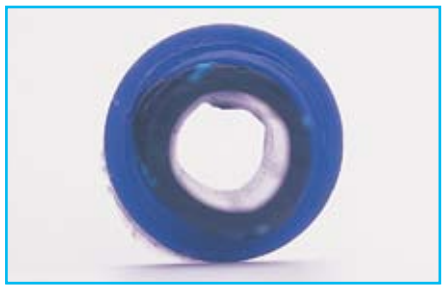


UNIONES A SOCKET
Errores Usuales



MALA ALINEACION

EL TUBO NO ENTRA BIEN
EN EL ACCESORIO



REBORDE EXTERNO
NO COMPLETO

NO USO EL CALIBRADOR
DE PROFUNDIDAD

UNIONES A SOCKET
Bien Realizadas

Procedimiento General para Uniones con Silla por Termofusión

Se realiza entre un tubo y un accesorio sobreponiendo el accesorio al tubo. Es recomendable utilizar una herramienta de aplicación para hacer la unión con silla. Todas las variables que se utilizan para dicha operación son controladas más fácilmente si se usa una herramienta, que cuando se hace manualmente.

Equipo Necesario

Herramienta de aplicación, plancha calentadora, caras de calentamiento, suplementos para tubos, porta-accesorios, trapo (no sintético), cuchillo o raspador, termómetro de contacto, cronómetro y alcohol.

Preparación

1. Instale las mordazas de sujeción que corresponden con el diámetro del tubo a unir.

2. Raspe la superficie del tubo donde va el accesorio, con un cuchillo y limpie con un trapo limpio y seco o con el alcohol.

3. Fije el accesorio al soporte que posee la máquina y controle el correcto ajuste. Accione la palanca de la herramienta de aplicación hasta alinear el tubo y el accesorio.

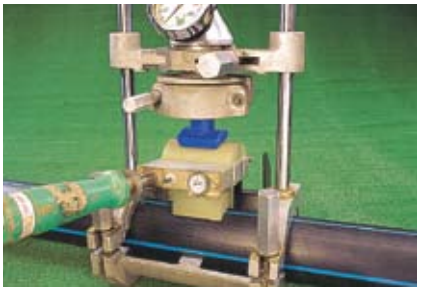
4. Verifique que la medida de las caras de calentamiento sea la correcta para el tubo y el accesorio. Caliente la herramienta de forma que las superficies tengan una temperatura de 210°C ± 10°C.

Operación

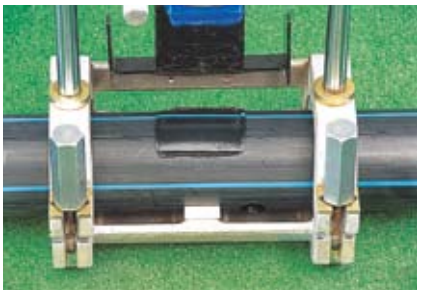
1. Coloque la plancha calentadora entre el tubo y el accesorio aplicando presión entre 40 y 60 psi.

2. Aplique y mantenga la presión durante el calentamiento.

NOTA: El tiempo de calentamiento comienza después de que el accesorio y el tubo estén firmemente asentados sobre las caras de calentamiento. Durante el calentamiento la plancha calentadora puede balancearse ligeramente 1 ó 2 grados, para verificar el contacto pleno con la Tubería.



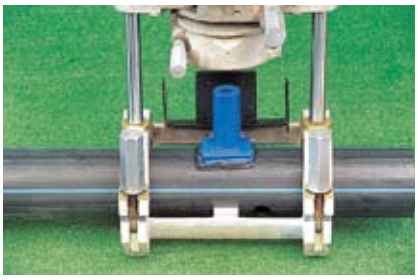
3. Transcurrido el tiempo de calentamiento y después de que se ha formado el reborde de material fundido, levante la palanca rápidamente evitando golpear las partes de la Tubería y accesorio caliente. Verifique rápidamente si están totalmente fundidas las superficies tanto del accesorio como de la Tubería.



4. Cierre la máquina y aplique la presión de 40 a 60 psi. Mantenga la presión durante el tiempo de unión indicado en la Tabla #3.

5. Después de dejar que la unión realizada se enfríe 3 minutos más, retire el tubo con el accesorio soldado de la máquina.

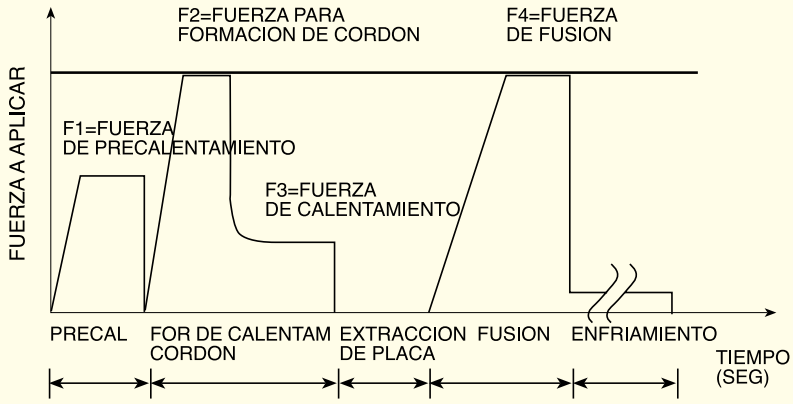
NOTA: Verifique el reborde de la unión en toda la base del accesorio. Deje que la unión se enfríe entre 10 y 15 minutos más, antes de hacer las pruebas de presión o de derivar la Tubería principal.



Tiempos Unión con Silla (Tabla #3)

Ciclos de Tiempo	Diámetro Silla (mm.)	Tiempo de Calentamiento (Seg.)	Tiempo de Enfriamiento (Seg.)	Tiempo Adicional para Realizar Pruebas de Presión (Min.)
Temperatura de Fusión (260ºC ± 5ºC) (500ºF ± 10ºF)	63	50	70	10
	90	50	70	12
	110	50	70	12
	160	50	70	15
	200	50	70	15

CICLO GENERICO DE UNION CON SILLA
CON TUBERIAS Y ACCESORIOS
PEAD ACUAFLEX PAVCO



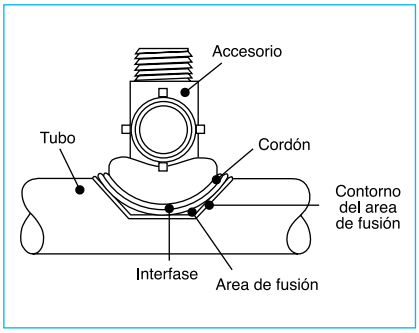
Tamaño del Reborde Fundido

Medida de la Tubería (mm.)	Grueso del Reborde (Pulg.)
63	1/16
90 y 110	1/8
160 y más	3/16

Ensayos en Obra para Uniones con Silla por Termofusión (Calificación)

Exámen Visual

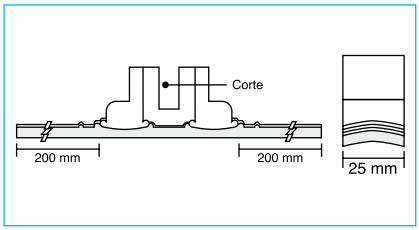
1. Cordones hacia afuera del accesorio, uniformes y dimensionalmente similares en todo el perímetro de la base del accesorio.
2. Area de unión completa.
3. Contorno de la interfase de unión sin porosidades.



Ensayo Destructivo en Obra

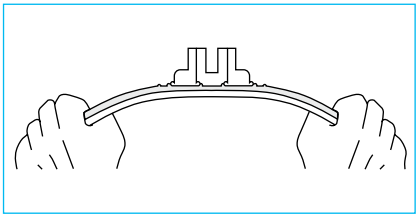
Tamaño de la probeta.

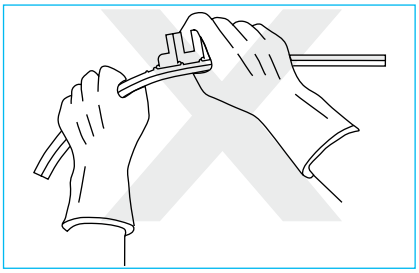
Realizar un corte transversal en el accesorio hasta 1 cm de la superficie del tubo.



Doblado

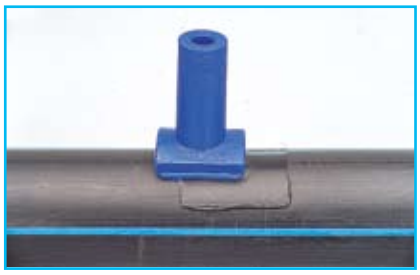
Para realizar el doblado tome la probeta de los extremos, ejerciendo la misma presión con las dos manos.





NO DEBEN APARECER POROS, CAVIDADES NI FISURAS EN LA INTERFASE DE LA UNION DESPUES DEL ENSAYO.

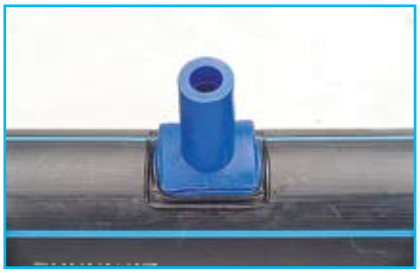
UNIONES CON SILLA
Errores Usuales



MALA ALINEACION

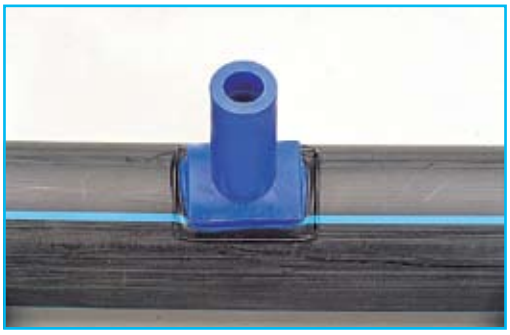
DEMASIADO CALENTAMIENTO

FALTA DE CALENTAMIENTO



FALTA DE RASPADO

UNION CON SILLA
Bien Realizada



ELECTROFUSION

Generalidades

La electrofusión hace uso de la energía eléctrica para realizar la unión de tubo y accesorio.

El principio de funcionamiento de la electrofusión se basa en la circulación de una corriente eléctrica originada al cerrarse el circuito, formado por la unidad de control (máquina de electrofusión) y el accesorio que está provisto de una resistencia interna.

Debido a las pérdidas causadas por las corrientes parásitas, parte de la energía eléctrica se transforma en calor. El calor así generado produce la plastificación del polietileno del tubo y del accesorio.
Al aumentar la temperatura, el polietileno se dilata produciendo una interferencia entre las piezas a unir. Esta interferencia es la que origina la presión necesaria para la correcta unión.

Los parámetros de toda buena unión son básicamente tres: temperatura, presión y tiempos de calentamiento y enfriamiento. En la electrofusión las dos primeras variables escapan al control humano ya que la temperatura depende de la unidad de control o su conexión a red, estando la misma preparada para emitir mensajes de error cuando alguna variable que influya en la temperatura salga de los parámetro preestablecidos. Por su parte la presión está supeditada a la temperatura de unión y a las tolerancias dimensionales entre tubo y accesorio.

El control de la tercera variable, el tiempo de fusión, depende con que clase de sistema de electrofusión contamos. Hay dos tipos de electrofusión, la clásica y la inteligente. A continuación se describen brevemente las características de cada uno.

Clásica

El tiempo de fusión es cargado por el operario mediante un teclado provisto en la unidad de control. Dicho tiempo viene especificado en el accesorio a unir.

En este punto puede existir un error de carga y por consiguiente una mala unión. No obstante, el rango de error se ve muy disminuído con respecto a la termofusión.

Inteligente

En este sistema tanto la unidad de control como el accesorio deben ser compatibles. La característica es que la unidad de control reconoce el accesorio que ha sido conectado y automáticamente lee el tiempo de fusión y tiene en cuenta otros factores, como la temperatura ambiental y la correcta instalación del accesorio sobre la Tubería.

Dentro de este mismo equipo existe el lápiz de rayo infrarrojo que se utiliza para leer el código de barras que viene en los accesorios e identifica diámetro, tiempos de calentamiento y enfriamiento, temperatura y amperaje para cada tipo de accesorio a unir.

Con esta clase de equipo se eliminan los errores humanos ya que la máquina de electrofusión controla todos los parámetros de forma automática y ante cualquier problema emite mensajes de error. Además existe como opción, un equipo que guarda en la memoria todos los datos de la unión (fecha, operador, condiciones en que se realizó la misma, etc.) pudiendo luego imprimir o transferir a un computador toda la información, para así llevar una estadística de control, ubicar rápidamente cualquier problema actual o futuro.

El sistema de electrofusión inteligente, también muestra una identificación visual para comprobar que el proceso de plastificación quedó bien realizado.

Instrucciones para Uniones por Electrofusión

Medidas de Seguridad

1. Mantener las manos alejadas de los contactos eléctricos y colocar siempre “polo a tierra”.

2. Revisar el cableado eléctrico como también las conexiones eléctricas y todas las herramientas para asegurarse que están en condiciones de uso y seguridad.

3. En caso de inclemencias climáticas durante la operación, se deberá proteger el equipo (con una carpa).

   Si el día es muy húmedo se deben extremar las precauciones de seguridad.

Electrofusión a Socket

Equipo Necesario

1. Dispositivo con mordaza de alineación.
2. Raspador (herramienta que elimina la capa superficial oxidada del tubo).
3. Trapo seco, limpio y de material no sintético y alcohol.
4. Cortadora de tubos.
5. Máquina de electrofusión.
6. Marcador de tinta para delimitar el área a raspar para la limpieza.

Preparación

1. Sin sacar el accesorio de su envoltura verifique que el material del tubo y el accesorio pertenezcan al sistema PEAD Acuaflex PAVCO o sean compatibles.

   Corte los extremos del tubo a escuadra, utilizando una cortadora de tubos.

   Quite las rebabas y limpie los extremos de los tubos con un trapo limpio y seco.(No use ningún líquido o solvente para limpiar el tubo, excepto alcohol).

2. Trace una línea circunferencial con un marcador, que no posea borde punzante en cada uno de los tubos, a una distancia del extremo igual a la mitad de la longitud del accesorio más 2.5 mm.

3. Raspe los extremos de los tubos extrayendo una película de aproximadamente 0,2 mm. uniforme, para no dañar el contorno del tubo, hasta la línea determinada en el paso anterior. Esta operación se denomina "Peeling Off" limpieza del polietileno exterior oxidado, y es de fundamental importancia para el resultado satisfactorio de la unión.

   NOTA: Donde sea posible, se recomienda rotar el tubo durante el raspado para asegurar que se complete en un 100%. Si la rotación no fuese posible, puede utilizarse un espejo para verificar que en toda la circunferencia se haga el raspado. Después del raspado, es importante evitar tocar con las manos el área que se raspó.

Operación

1. Saque el accesorio de su empaque sin tocar ni apoyar los dedos sobre la superficie interna. Limpie con un paño limpio y seco o con alcohol los extremos raspados de los tubos.

2. Deslice el accesorio sobre el extremo de uno de los tubos hasta su tope central.

3. Ubique el tubo en el dispositivo con mordazas de alineación, con el accesorio colocado hasta el tope. "No force más allá del tope". Ajuste las mordazas.

4. Introduzca el otro tubo en forma suave hasta el tope central del accesorio y ajuste las mordazas.

   NOTA: Rote el accesorio alrededor de los tubos suavemente para lograr una alineación correcta.
   Verifique que las terminales o bornes queden en posición vertical.

Etapas de Unión

1. Conecte el cable a la fuente de energía. Verifique que la unidad de control esté en condiciones listas para operar y que los cables no tengan daños.
   Conecte las terminales de salida de la "Unidad de Control" a los bornes del accesorio asegurándose que las mismas son confiables y las terminales, estén bien acopladas.

2. Dé energía a la unidad de control mediante el botón correspondiente. Aparecerá en el visor, por ser la primera vez, la secuencia de inicio del programa.

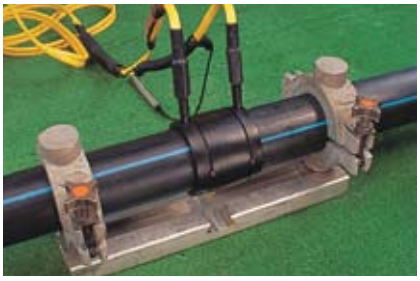
   NOTA: Dependiendo del sistema a usar, clásico, manual o inteligente, podría ser necesario introducir a la máquina de control el tiempo de fusión de acuerdo a lo indicado en el empaque o en el accesorio. En el caso del sistema inteligente, éste automáticamente reconoce el accesorio e indica sus parámetros de operación.

3. **Técnica de código de barras:**
En cuanto sea solicitado por la máquina, lea el código de barras correspondiente al accesorio. Chequee los parámetros aparecidos en el visor.
Técnica de Ingreso manual:
Ante la solicitud programada, ingrese el valor del tiempo adecuado.
Inmediatamente en el visor , aparecerá este valor, garantizando que la operación fue correcta.

NOTA: Los accesorios tienen grabado el tiempo de fusión y el enfriamiento.

4. Inicie el ciclo de fusión presionando el botón verde durante un tiempo, hasta que se escuche un "Clic"; en ese momento comenzará la cuenta regresiva.

5. Durante la misma; se notará un movimiento ascendente de los "Testigos de Fusión" (Fideos de polietileno fundido) del accesorio. Estos no deben ser alterados bajo ningún concepto.



6. De no aparecer ningún inconveniente que altere el ciclo, en el visor se indicará "fusión correcta".

   De aparecer un mensaje de error, se debe repetir absolutamente toda la operación desde el numeral 1.

   Si la fusión no es satisfactoria la máquina emitirá el mensaje correspondiente.

   La unidad se apagará automáticamente al completar el ciclo. No desconecte las terminales.

   El operario debe permanecer junto a la unidad, observando el visor hasta que se cumpla el "ciclo de fusión".
   Verifique que los "Testigos de fusión" han ascendido en forma adecuada.
   De ocurrir una falla, presione el botón "Reset" para detener el ciclo y reinicie todo el proceso.

Posibles Inconvenientes

a). Si se interrumpe el ciclo de fusión por corte de energía, se "invalida" la operación, descartando el accesorio y el (los) tramo(s) del tubo(s) afectado(s).

b). Se debe recordar que en el visor de tiempos aparecerá un mensaje de aprobación o no, de la fusión.

c). Ante alguna duda, use un accesorio nuevo y repita las operaciones.

NOTA: Dependiendo del sistema a usar, clásico, manual o inteligente, podría ser necesario introducir a la máquina de control el tiempo de fusión de acuerdo a lo indicado en el empaque o en el accesorio. En el caso del sistema inteligente, ésta automáticamente reconoce el accesorio e indica sus parámetros de operación.

Enfriamiento

- Sin quitar los cables, permita que se enfríe la unión respetando los tiempos indicados con las mordazas ajustadas.
- Al término de la fusión los testigos dejarán de emerger.
- Al concluir el tiempo de enfriamiento aconsejado, afloje las mordazas, y retire con precaución el tramo unido.

  NOTA: En el caso del Sistema Inteligente, la máquina hará sonar un timbre al finalizar el ciclo de enfriamiento.
- Desconecte los terminales del accesorio.

Inspección

En una buena fusión se observa:

- Testigos o fideos que hayan sufrido un movimiento ascendente.
- Las zonas de contacto sin signos de material fundido derramado.
- En el visor, se confirma el éxito de la fusión.

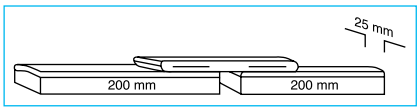
Ensayos en Obra para Uniones por Electrofusión a Socket (Calificación)

Exámen Visual

1. El material en la operación de fusión no debe exceder exteriormente los límites del accesorio (zona fría externa) ni los límites del extremo del tubo (zona fría central), excepto en los testigos de fusión.

2. Verifique el correcto alineamiento entre la Tubería y el accesorio y la profundidad de penetración del tubo en el accesorio.

Ensayo Destructivo en Obra
Tamaño de la probeta.



Doblado
Para realizar el doblado tome la probeta de los extremos, ejerciendo la misma presión con las dos manos.

ANTES O DESPUES DEL ENSAYO DE DOBLADO NO DEBEN APARECER CAVIDADES O FISURAS EN EL AREA TRANSVERSAL DE LA UNION.

Desprendimiento por Falta de Adherencia.

1. Se extraerá una probeta de las características señaladas en la figura, que será obtenida cortando por un plano que pase por el eje del tubo y sea perpendicular a los ejes de los bornes del accesorio, una vez finalizado el tiempo de enfriamiento de la unión.

2. Previo al ensayo, verifique que no exista derrame de material sobre las zonas frías central y extremos del accesorio.

3. La probeta se someterá a una carga creciente de aplastamiento, con velocidad de avance de las mordazas de la prensa de aproximadamente 10 cm/min.

4. La distancia entre mordazas se aproximará hasta dos veces el espesor de pared del tubo.

5. Antes o durante el ensayo, la totalidad de la interfase de fusión entre la primera y la última resistencia no deberá presentar poros, cavidades, ni fisuras en ninguno de los niveles (tubo, resistencia o accesorio).

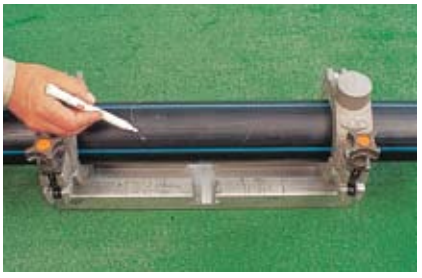
Electrofusión con Silla

Equipo Necesario

1. Dispositivo con mordaza de alineación.
2. Raspador (herramienta que elimina la capa superficial oxidada del tubo).
3. Trapo seco, limpio y de material no sintético y alcohol.
4. Cortadora de tubos.
5. Máquina de electrofusión.

Preparación

1. Verifique que el material del tubo y el accesorio pertenezcan al sistema PEAD Acuaflex PAVCO o sean compatibles.
   Elija de acuerdo al diámetro del tubo sobre el que se efectuará la electrofusión, el accesorio de base correcta. Sin retirar el accesorio de su envoltura posicione sobre el lomo del tubo en forma perpendicular al eje longitudinal de éste, luego trace con un marcador su contorno sobre el tubo con un margen de aprox. 10 mm.



2. Raspe el área marcada utilizando el raspador, extrayendo una película de aprox. 0,2 mm.
   Prepare la máquina para sujetar la silla.

3. Preparar las mordazas, correctas según el diámetro del tubo.
   NOTA: Existen sillas que tienen sistema de sujeción propia.

Posicionamiento Correcto

1. Coloque el tubo en el sistema de alineación sin ajustar las mordazas con la superficie raspada hacia arriba, en el mismo eje vertical del porta - accesorio.

2. Extraiga el accesorio de su envoltura cuidando de no tocar la zona que se apoyará sobre el tubo. Limpie la zona raspada.
   No apoye los dedos en las zonas preparadas.
   El accesorio se debe colocar en el porta - accesorio.

3. Posicione la base de éste sobre la zona raspada del tubo.
   Por ningún motivo el accesorio debe ser movido ni desalineado de su asentamiento durante el ciclo de unión.

Operación

1. Conecte el cable a la fuente de energía. Conecte las terminales de salida de la "Unidad de Control" a los bornes del accesorio, asegurándose que los mismos son confiables y los terminales, estén bien acoplados.

2. Dé energía a la unidad de control mediante el botón correspondiente. Aparecerá en el visor, por ser la primera vez, la secuencia de inicio del programa.

Técnica del Sistema Inteligente:
El proceso es completamente automático.
La máquina de control pedirá confirmar los pasos básicos anteriores.

Técnica de Código de Barras:
En cuanto sea solicitado por la máquina, lea el código de barras correspondiente al accesorio. Chequee los parámetros aparecidos en el visor.

Técnica de Ingreso Manual:
Ante la solicitud programada, ingrese el valor del tiempo adecuado.

NOTA: Los accesorios tienen grabado el tiempo de fusión y de enfriamiento.

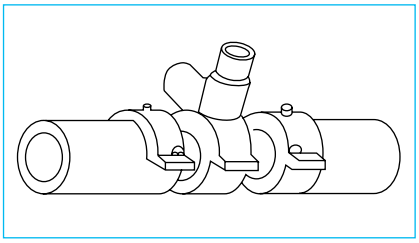
Ensayos en Obra para Uniones con Silla (Calificación)

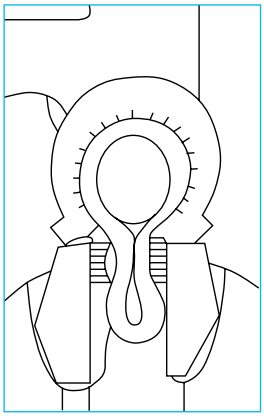
Exámen Visual

1. Se deberá verificar que se cumpla con la perfecta perpendicularidad entre el eje de la boca de salida del accesorio y el de la Tubería.
2. Correcto posicionamiento de la silla sobre la Tubería.
3. El material fundido no deberá rebasar la zona fría, en todo el perímetro de la base del accesorio.

Ensayo Destructivo en Obra con Desprendimiento por Falta de Adherencia:

1. La probeta deberá ser obtenida cortando la muestra en tres anillos, una vez finalizado el tiempo de enfriamiento de la unión.
2. La probeta se someterá a una carga de crecimiento de aplastamiento, con una velocidad de avance de las mordazas de la prensa de aproximadamente 10 cm/min.
3. La distancia entre mordazas se aproximará hasta 2 veces el espesor de pared del tubo.
4. Antes o durante el ensayo, la totalidad de la interfase de fusión no deberá presentar poros, cavidades ni fisuras en ninguno de los niveles (tubo, resistencia o accesorio).





UNION MECANICA

Codiciones Básicas a Tener en Cuenta

1. Con estos accesorios rápidos a presión no se requiere ningún tipo de máquina para ensamblar la tubería con el accesorio.
2. Al no requerir equipos se hace muy económica su instalación.
3. Se pueden utilizar estos accesorios en el momento de instalación en cualquier situación climática ya que no es tan exigente como los dos sistemas anteriores.
4. Se utiliza en diámetros desde 16 mm. hasta 110 mm.

Procedimiento General para Uniones Mecánicas

1. Pase el tubo a través de la tuerca.

2. Coloque el anillo cónico de sujeción con su cara de mayor diámetro hacia el extremo del tubo.

3. Introduzca el buje.

4. Coloque el anillo de caucho u O-ring lo más cerca al extremo del tubo.

5. Tome el cuerpo y haga presión con él hasta pasar el O-ring.

6. Asegúrese que el tubo llegue hasta el tope interno del cuerpo.

7. Repita el mismo ensamble al otro lado del tubo.

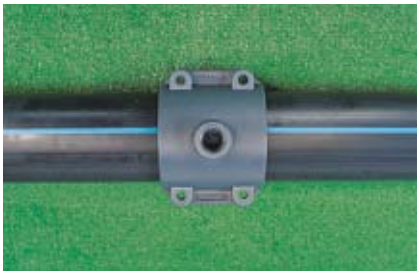
8. Apriete las tuercas manualmente con llave mecánica en el caso de accesorios de diámetros grandes. Cerciórese que los implementos queden bien posicionados.

NOTA: Los ensambles de estos accesorios a las tuberías de polietileno son iguales en uniones, adaptadores macho y hembra, tees y codos.

Procedimiento para el Ensamble del Collar de Derivación con las Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO

1. Coloque el O-ring en la ranura interior que trae la parte superior de la abrazadera.

2. Colóque la parte superior sobre la tubería alineada.



3. La otra parte del cuerpo se coloca debajo del tubo.

4. Sujete bien e introduzca los tornillos.

5. Atornille hasta que la pieza quede firme y en un ángulo de 45°.

6. Instale sobre este un registro de incorporación y con un taladro para acometidas, perfore sobre la tubería el orificio de salida.

NOTA: (En el paso 6) Se puede usar un sacabocado sin dañar la Tubería. ▶

Puesta en Servicio

Pruebas de Presión

1. Posterior al tendido de la Tubería ya instalada, debe someterse a unas pruebas de presión para verificar su hermeticidad.

2. Se recomienda hacer estas pruebas cada 500 metros lineales de Tubería instalada. La prueba deberá ser como mínimo de 1.5 veces la presión nominal de trabajo máxima a la que las Tuberías vayan a estar sometidas de acuerdo con el diseño.

3. Se debe llenar lentamente de agua el tramo que se va a probar de abajo hacia arriba, manteniendo abiertos los elementos por donde sale el aire. Estos se cerrarán después de verificar que no existe aire en la línea.

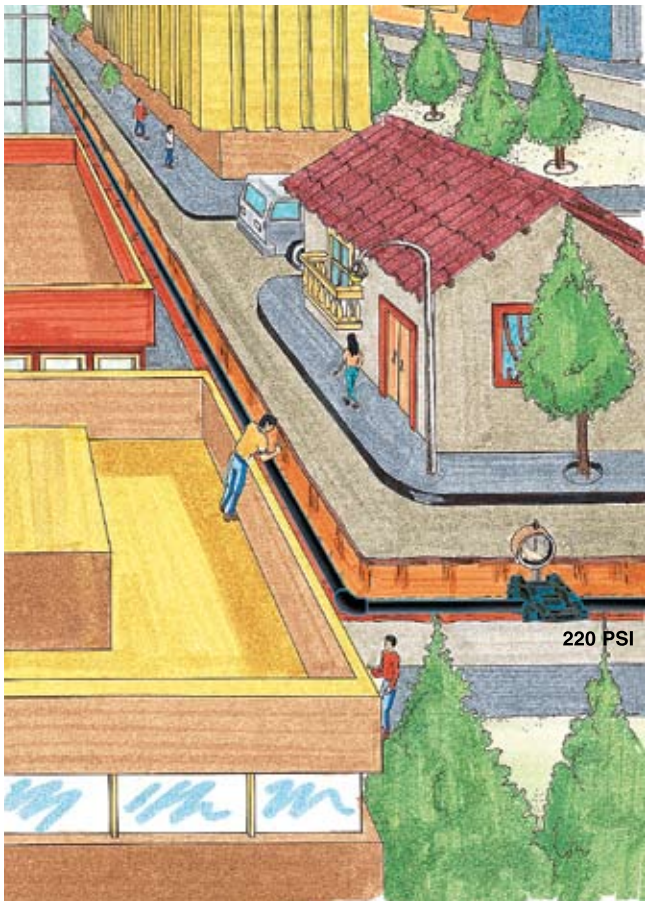
4. En el momento de lograr una presión estable, se dejará de 30 minutos a 1 hora y se considerará satisfactoria la prueba cuando durante este tiempo, el manómetro no indique caída de presión.

5. De la misma forma, se pueden hacer pruebas de presión con aire presurizando la línea en uno de los extremos.

6. La prueba se considera satisfactoria si la presión no varía por debajo de la raíz de P/5, siendo P la presión de prueba en PSI.

NOTA: Recuerde hacer las pruebas de presión antes de hacer las acometidas domiciliarias y después de haber realizado los anclajes en todos los accesorios y cambios de dirección.

Prueba de Redes



Mantenimiento

El mantenimiento preventivo debe ser el estipulado por la empresa de servicios públicos que opera el acueducto. Pueden usarse los equipos de inspección y limpieza usualmente dedicados a estas actividades. Para mantenimiento correctivo, según sea el caso del daño específico, puede consiltarse con PAVCO en los teléfonos que aparecen en la contraportada de este manual.

Rotulado

Uso	Agua Potable
País de origen y fabricante	PAVCO - AMANCO COLOMBIA
Material	Por Ejemplo PE 100
Norma de fabricación	NTC 4585
Diámetro nominal	Por Ejemplo RDE 1763 mm x 3.8 mm Grado B
Presión de Trabajo	Por Ejemplo PN 10 bar - 140 psi
Código de Trazabilidad	Planta (1 digito) año (2 digitos) mes (2 digitos) día (2 digitos) turno (1 digito) No.Máquina (2 digitos)
Lote RT	Por Ejemplo 001

PAVCO S.A.

Certificado Nº SC 036-1

PAVCO S.A.
Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y Polietileno, de accesorios de PVC, CPVC y Polipropileno, de cementos solventes de PVC y CPVC, geosintéticos, pisos de vinilo y de adhesivos para pisos de vinilo.

NORMA NTC-ISO 9001:2000

Certificado Nº AA057-1

PAVCO S.A.
Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC y polietileno, soldadura líquida para PVC, geosintéticos, pisos de vinilo y adhesivo para pisos de vinilo.

Certificado Nº AA058-1

PAVCO DE OCCIDENTE LTDA.
Producción de tuberías de PVC y polietileno.

NORMA NTC-ISO 14001

Certificado Nº OS 033-1

PAVCO S.A.
Producción y venta de tuberías y accesorios de PVC, CPVC y Polietileno, de accesorios de PVC, CPVC y Polipropileno, de cementos solventes de PVC y CPVC, geosintéticos, pisos de vinilo y de adhesivos para pisos de vinilo.

NORMA NTC OHSAS 18001:2000

ESTE MANUAL TECNICO HA SIDO REVISADO Y APROBADO
POR LA GERENCIA DE PRODUCTO DE **PAVCO**.

LABORATORIO HOMOLOGADO
Mediante resolución Nº 984 del 12 de Mayo de 1998 y las que la complementan,
La Superintendencia de Industria y Comercio acreditó los laboratorios
de la División de Tubosistemas de PAVCO S.A. como
LABORATORIOS DE ENSAYOS EN TUBERIAS Y ACCESORIOS DE PVC.

PRODUCTO NO BIODEGRADABLE.
NO INCINERE.
HAGA DISPOSICION ADECUADA DE DESPERDICIOS.

Edición
NOVIEMBRE DE 2008
reemplaza a la de Diciembre de 2007